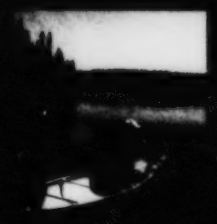
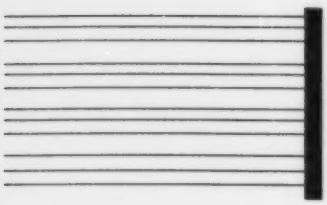
Un premier bilan

Document technique



Québec

L'ENVIRONNEMENT AU QUÉBEC



Un premier bilan

Document technique

89-05088/

Dépôt légal - 2e trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2 - 550 - 18599 - 4

Environnement QEN/EN - 8/1

Envirodoq 880090

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE 5

AVANT-PROPOS 7

REMERCIEMENTS 15

CHAPITRE 1 - Le milieu québécois 17

CHAPITRE 2 - Les milieux naturels protégés 39

CHAPITRE 3 - L'eau 53

SPÉCIAL - L'estuaire du Saint-Laurent et les zones côtières 95

CHAPITRE 4 - L'air 117

SPÉCIAL - Les précipitations acides 137

CHAPITRE 5 - Le sol 155

SPÉCIAL - Les milieux humides 173

CHAPITRE 6 - La faune et la flore 189

SPÉCIAL - La villégiature au Québec 223

CHAPITRE 7 - La forêt 233

CHAPITRE 8 - L'agriculture 255

CHAPITRE 9 - Les mines 277

CHAPITRE 10 - L'industrie manufacturière et l'environnement 295

CHAPITRE 11 - L'énergie 313

CHAPITRE 12 - L'environnement et le transport 333

CHAPITRE 13 - L'environnement et la ville 351

CHAPITRE 14 - L'environnement et l'économie 385

CHAPITRE 15 - L'environnement et la santé 403

SPÉCIAL - Les groupes environnementaux 417

CONCLUSION 425

ANNEXE-Carte minérale du Québec 430

PRÉFACE

J'avais l'honneur, en octobre dernier, à titre de ministre de l'Environnement, de présenter la première politique que se donnait le Québec en matière d'environnement, "Un nouveau cap environnemental". Cette politique, qui mettait l'accent et le cap sur la conservation comme agent de progrès, situe les objectifs et les principes majeurs de notre action environnementale future. Parmi ces principes, nous avons choisi d'agir dans la transparence, nous engageant, entre autres, à produire des bilans périodiques de l'état de l'environnement au Québec.

C'est avec une grande satisfaction et aussi, je l'admets, avec fierté, que dans la foulée du nouveau cap environnemental, je vous présente ce premier bilan de l'environnement au Québec. Celui-ci étant notre premier effort et notre première réalisation dans ce domaine, peut-être affichera-t-il certaines lacunes ici et là, peut-être n'ira-t-il pas aussi loin que nous l'aurions voulu. Il n'en reste pas moins que ce premier bilan est une réalisation majeure dans le domaine environnemental au Québec; tous ceux qui ont participé à sa préparation méritent notre reconnaissance et nos félicitations.

Comme celui-ci est notre tout premier bilan, nous aurions pu nous limiter aux domaines environnementaux traditionnels. Mais, dans l'esprit de conservation globale des ressources qui motive aujourd'hui notre action, nous avons inclus un tour d'horizon du statut de la conservation dans ces milieux névralgiques que sont l'agriculture et la forêt.

S'il est une constatation dominante qui se détache de cet ouvrage, c'est celle de l'immense fragilité de notre environnement et de nos écosystèmes. En effet, à cause de nos conditions climatiques et géologiques, entre autres, nos écosystèmes sont particulièrement délicats et vulnérables face à l'assaut de la pollution systématique. C'est ainsi, par exemple, que les précipitations acides ont causé chez nous des ravages d'une envergure sans précédent.

C'est pourquoi il nous faut redoubler nos efforts de prévention et de conservation. C'est pourquoi aussi notre projet de multiplier les réserves écologiques revêt tant d'importance. C'est pourquoi il nous faut absolument réussir notre grand tournant environnemental vers le cap de la conservation.

En vous présentant ce premier bilan de notre environnement, je vous invite à participer, tous ensemble, à la réalisation de nos objectifs. Je vous invite à réagir à ce rapport, à le commenter, à nous faire des critiques constructives et à nous offrir vos suggestions pour l'avenir. Des colloques seront organisés dans ce sens dès l'automne; vous y serez alors les principaux acteurs et partenaires.

Que ce bilan initial soit le précurseur de nombreux autres, bilans clairs, francs, qui nous aideront à mieux nous servir du passé et du présent pour garantir l'avenir de notre environnement et la qualité de notre vie.

Le ministre de l'Environnement

Clifford Lincoln

AVANT-PROPOS

UN OUTIL INDISPENSABLE

Au cours des dernières années, le ministère de l'Environnement a entrepris de se doter d'instruments destinés à lui permettre d'améliorer sa gestion et plus particulièrement l'efficacité de ses interventions. La gestion par résultats et l'évaluation périodique des programmes sont deux des outils retenus qui permettent d'évaluer si les gestes posés atteignent les résultats escomptés et d'apporter les correctifs nécessaires.

Dans la recherche d'une vision d'ensemble, il manquait un outil indispensable, susceptible de faire ressortir les améliorations et les détériorations que connaît l'environnement. C'est ce que vise l'établissement d'un bilan de l'environnement en présentant une image quantifiée de notre milieu de vie.

En dressant la tendance dans le temps de divers indicateurs de la qualité de l'environnement, ce document devrait permettre à tous ceux que préoccupe cette question d'identifier les problèmes existants, aux spécialistes de déterminer les solutions les plus appropriées, et aux gestionnaires d'établir les priorités parmi différentes interventions possibles.

Alors que la comptabilité économique du Québec est bien développée et qu'il nous est possible de tracer, globalement ou par secteur, le portrait du Québec, il en est tout autrement pour l'environnement. L'ensemble du système qui nous permettrait de colliger l'information environnementale pertinente, de l'analyser et de la présenter régulièrement sous forme d'un bilan n'existe pas encore au Québec.

En ce sens, le premier rapport sur l'état de l'environnement se veut l'amorce d'un système de statistiques environnementales qui pourra mener ultérieurement à deux genres de présentations sensiblement différentes mais interreliées: des bilans sur l'état de l'environnement et des comptes du patrimoine, ou comptes environnementaux. Les bilans périodiques sur l'état de l'environnement fourniraient un diagnostic sur l'évolution de l'état de santé de l'environnement. Les comptes du patrimoine pourraient, pour leur part, quantifier la richesse du vivant et les différents types d'échanges que l'homme entretient avec les éléments des milieux naturels (eau, air, faune, flore).

UN OUTIL QUI DOIT S'AMÉLIORER CONTINUELLEMENT

Le premier bilan de l'environnement a été préparé en même temps que le Ministère commençait à repenser son système de collecte et d'analyse d'informations. En conséquence, les données utilisées ne sont

pas toujours les plus pertinentes pour établir un juste portrait de la situation. Dans les prochaines versions, on devrait noter un recours accru aux indicateurs environnementaux et plus particulièrement aux indicateurs biologiques ainsi qu'aux index synthétiques. De telles mesures sont en effet plus susceptibles d'exprimer adéquatement l'état des stress imposés à l'environnement. Ainsi, la présence ou l'absence de certains micro-organismes dans le sol, la concentration de pesticides dans les oeufs d'oiseaux et la densité de certaines espèces d'algues sont plus en mesure d'exprimer l'état réel des milieux que des données comme le pH ou la concentration en dioxyde de soufre.

C'est dans cette direction qu'évoluera le contenu des prochaines versions du bilan. Éventuellement, il faudra que de telles données soient disponibles pour couvrir l'ensemble des éléments que l'on tente d'évaluer et que l'on dispose de séries chronologiques significatives pour mesurer la "tendance dans le temps".

De plus, à partir de cette première version présentant des données pour l'ensemble du Québec, il faudra évoluer vers des présentations par unités géographiques plus opérationnelles. Ainsi, la situation de l'eau aurait avantage à être analysée par bassin versant.

Ultimement, il faudra en arriver à produire des bilans intégrés sur une base d'écosystèmes, c'est-à-dire d'unités géographiques qui présentent des similarités de composition et de fonctionnement biophysiques (types de lacs, de milieux riverains, de milieux habités, de zones agricoles, de zones forestières ...). Une telle base écosystémique permettrait de mieux saisir le potentiel de ces types de milieu, leur fragilité relative, leur niveau de tolérance par rapport à diverses sources de perturbation (pollution ou transformation physique) et donc leur état de santé relatif. Une telle base permettrait aussi de présenter des bilans beaucoup plus cartographiques. Toutefois, il reste encore beaucoup de travail de recherche et de développement conceptuel à compléter avant de pouvoir utiliser les écosystèmes comme base de collecte de données et de gestion.

Finalement, la publication des prochaines versions nécessitera davantage la participation directe de plusieurs intervenants. Ainsi, le ministère de l'Environnement va entreprendre des démarches pour obtenir la collaboration de plusieurs organismes (ministères, scientifiques, groupes environnementaux) tant pour la collecte de l'information que pour son analyse et sa publication.

UN OUTIL QUI DOIT ÊTRE PÉRIODIQUE

La force et l'intérêt des bilans proviennent en partie de leur capacité à fournir une image évolutive dans le temps. C'est pourquoi ce premier document devra être suivi de plusieurs autres, publiés à des intervalles réguliers. Compte tenu que de nombreuses améliorations doivent être apportées au système de collecte de données et que les grands paramètres descriptifs de l'état de l'environnement n'évoluent que lentement, le Ministère prévoit publier chaque année deux ou trois rapports thématiques selon un cycle quinquennal permettant de couvrir l'ensemble des thèmes abordés dans ce premier ouvrage.

UN OUTIL QUI EST DÉJÀ NÉCESSAIRE

Comme on le verra à sa lecture, ce bilan permet de dégager certaines problématiques susceptibles d'appuyer l'action des intervenants environnementaux. Il ouvre aussi la porte à une meilleure compréhension des exigences de la conservation, prise dans le sens d'une saine utilisation des ressources et dans la perspective d'un développement durable. Il devrait aussi sensibiliser le lecteur au fait que notre santé, notre vie dépendent de la qualité de l'environnement.

PRÉSENTATION DU PREMIER EXERCICE DE BILAN

Normalement, un bilan de l'environnement devrait s'apparenter à un diagnostic sur l'état de santé de l'environnement. L'analogie avec la santé humaine a des limites, mais elle est instructive.

Un diagnostic sur l'état de santé ne comporte pas seulement un dépistage des maladies et des causes qui les provoquent. Il doit également présenter des constats sur la stabilité et la performance des différentes fonctions vitales. En plus de ne pas démontrer de signes de maladie, une personne en santé doit aussi posséder de bonnes capacités respiratoires, musculaires, cardio-vasculaires ... Le diagnostic, pour être complet, doit multiplier les analyses et les constats sur les organes et sur les fonctions, à un point tel qu'un bilan intégral ne peut être que très rare.

De façon analogue, établir un diagnostic complet sur la santé de l'environnement serait une entreprise colossale. Il faudrait multiplier les évaluations sur le fonctionnement des différentes composantes de l'environnement et sur leur complexe interdépendance (les grands cycles biochimiques, les chaînes alimentaires, l'interaction des espèces dans le maintien de la richesse d'un milieu ...). En fait, les connaissances environnementales ne sont pas suffisamment développées pour envisager un diagnostic complet.

CE QUE N'EST PAS CE PREMIER BILAN

Dans ce document, on ne retrouvera pas qu'un simple bilan de la pollution des divers milieux. Une telle approche eut été incomplète puisque, comme nous venons de l'indiquer, le niveau de stress, ou autrement dit de pollution et de perturbation, n'est qu'un indicateur bien indirect de l'état de santé.

On n'y retrouvera pas non plus le rapport des activités ou du résultat des activités du ministère de l'Environnement. D'une part, l'état de l'environnement résulte de nombreux processus dont seulement une partie peut être contrôlée par les interventions du Ministère. Par exemple, le degré d'acidification des lacs et des sols au Québec dépend largement de précipitations acides qui proviennent de l'extérieur de la province. Le Ministère a un contrôle direct sur les sources québécoises mais celles-ci ne représentent environ qu'un quart de l'ensemble des émissions. D'autre part, les activités du Ministère et surtout leurs résultats feront

l'objet d'une publication annuelle séparée. Le tableau ci-joint illustre le genre d'informations que l'on retrouvera dans les rapports annuels de gestion par résultats et ceux qui figureront dans les bilans de l'environnement.

LA GESTION PAR RÉSULTATS EN UN COUP D'OEIL

Les variables d'action (ce que l'on peut faire ou ce sur quoi on peut intervenir)	ACTIVITÉS DU MINISTÈRE		LES INTERVENTIONS SUR LES SOURCES ET MÉCANISMES DE PRODUCTION DES PERTURBATIONS	CHANGEMENT DANS LES NIVEAUX DE POLLUTION OU DE PERTURBATION	CHANGEMENT DANS L'ÉTAT DES MILIEUX ET DES ESPÈCES
	Types d'activités et modes d'action A		Cibles, clientèles,objets physiques, technologies B	Les objectifs à atteindre Exemple: quantité de charge polluante enlevée(DBO) sur une base annuelle. C	Les objectifs à atteindre Exemple: nombre de kilomètres de cours d'eau où la qualité de l'eau a été améliorée. D
Les indicateurs (ce que l'on mesure)	D'opération (interne) Exemple: nombre de programmes de contrôle de l'exploitation des usines d'épuration en élaboration	De produit (interface) Exemple: nombre d'usines d'épuration sous contrôle	De réalisation (externe) Exemple: nombre d'usines d'épuration dont la performance est conforme aux normes	D'impact (▲) Devraient être établis sur des sources de pollution ou de perturbation suffisamment localisées pour qu'il soit possible de mesurer l'impact annuel des gestes du Ministère. Les indicateurs d'impact s'attardent à des éléments sur lesquels le Ministère peut avoir un effet direct.	De qualité de l'environnement (niveau et ▲) Devraient être établis en fonction des milieux récepteurs et des espèces. Compte tenu de la dynamique propre des processus naturels, ces indicateurs ne sont influencés que plus ou moins directement par l'action du Ministère. Les indicateurs de qualité de l'environnement permettent de retracer l'état: - de santé des organismes (diversité, densité, productivité....) - de l'usage des milieux - des conditions de supports vitaux (eau, air, sol)
Evaluation annuelle	SUIVI ANNUEL DES RÉSULTATS (SAR) Constats et analyse sommaire des écarts entre les résultats anticipés et ceux atteints concernant les éléments sous le contrôle du Ministère. Réalisé sur une base annuelle, le SAR vise à attirer l'attention sur des problèmes potentiels.			BILAN DE L'ENVIRONNEMENT Constats sur l'évolution de la qualité des milieux et de l'état des organismes vivants mesurés à partir, essentiellement, des indicateurs de qualité de l'environnement et explication des écarts importants. Ces évolutions sont en bonne partie hors du contrôle du Ministère. Les bilans sont établis sur une base qui dépend du rythme d'évolution des phénomènes.	
Evaluation périodique plus approfondie	ÉVALUATION PÉRIODIQUE DES INTERVENTIONS (EPI) Analyse pluriannuelle de la concordance entre les résultats atteints et l'état de l'environnement. Remise en cause des moyens mis de l'avant par le Ministère et recommandations quant aux ajustements requis pour atteindre un état souhaité de l'environnement.				

Le bilan de l'environnement ne se veut pas non plus un ouvrage scientifique colligeant l'ensemble des connaissances sur l'environnement du Québec. Il se veut plutôt un document de familiarisation avec les différentes composantes de l'environnement qui servira de toile de fond aux futurs bilans sectoriels.

Cette première version ne contient pas une description suffisante pour servir comme une référence entièrement satisfaisante pour les bilans futurs. Cette situation est due aux conditions d'éparpillement et de disparité des informations environnementales disponibles. De plus, ces informations sont constituées en grande partie de mesures physico-chimiques qui, bien qu'intéressantes, ne constituent pas forcément les meilleurs indicateurs de la qualité de l'environnement. En outre, elles se présentent rarement sous forme de séries chronologiques homogènes, les réseaux de collecte ayant été modifiés à plusieurs reprises.

CE QU'EST CE PREMIER EXERCICE

Ce premier bilan donne un aperçu général sur les principaux éléments de l'environnement, sur les grands milieux où agissent de manière spécifique ces éléments ainsi que sur les activités humaines majeures qui exercent des pressions sur les éléments naturels et sur les milieux.

Toutes ces composantes ne sont pas supportées par une description exhaustive. Toutefois, cette description est suffisante pour permettre au lecteur de dégager sa propre vision des interdépendances entre l'homme et le milieu naturel. Elle lui fournit aussi l'information de base nécessaire pour situer les données ponctuelles sur les problèmes environnementaux qui surviennent au gré des actualités quotidiennes.

Lorsque les connaissances et les informations sont disponibles, des débuts de diagnostic sont posés, comme par exemple sur le phénomène de l'acidification. Cependant, le lecteur se rendra vite compte que les outils disponibles sont insuffisants pour amorcer cette phase de diagnostic dans de nombreux secteurs.

De même, lorsque les données s'y prêtent, ce document présente une première quantification de la richesse du vivant et des échanges que l'homme entretient avec le milieu. A cet égard, le présent ouvrage est aussi une ébauche de comptes environnementaux plus systématique.

Cadrage général de l'information plutôt que description détaillée, constats symptômatiques plutôt que diagnostic complet, ébauche de quantification plutôt que comptes systématiques, voilà autant de caractéristiques qui laisseront sans doute le lecteur averti sur une saine curiosité. Autant de caractéristiques qui indiquent nettement le point de départ de la production des futurs bilans périodiques sur l'état de l'environnement.

UN FIL CONDUCTEUR POSSIBLE

Il appartiendra au lecteur de tirer ses propres conclusions sur l'état actuel de l'environnement au Québec. Qu'il nous excuse de lui en suggérer une possible, qui n'a nullement servi de thèse à démontrer dans l'écriture de ce bilan, mais qui affleure à plusieurs reprises dans différents chapitres.

L'environnement québécois n'est pas seulement bien souvent détérioré; même là où il est en bon état, il est fragile. Cette fragilité tient à plusieurs raisons:

- D'abord et avant tout à des réalités géoenvironnementales:

  La situation nordique du Québec lui confère un climat tempéré froid moins propice, dans l'ensemble, à une diversité et une productivité biologique élevée.

En outre, sa position à l'extrémité nord-est du continent américain place le Québec à la fois à l'aval des vents dominants soufflant au-dessus du continent et à l'aval du système aquatique Grands Lacs-Saint-Laurent. Il reçoit donc ainsi, en plus de sa propre pollution, une partie des charges polluantes de régions plus peuplées et plus industrialisées du sud et de l'ouest.

- À des conditions de sol qui offrent une faible capacité de tamponnage pour la pollution acide et qui ne permettent la production agricole que sur une très faible partie du territoire.

Cette fragilité relative de l'environnement québécois ne peut que nous inciter à être plus vigilant dans la lutte à la pollution, plus audacieux dans la conservation de nos ressources ... et un peu plus comptables de l'environnement.

STRUCTURE GÉNÉRALE DU PREMIER BILAN

Compte tenu des nombreuses interdépendances entre les phénomènes, l'ordre de leur présentation soulève quelques difficultés.

Au risque de répéter certaines informations, nous avons choisi l'ordre suivant de présentation.

Les deux premiers chapitres rappellent les grandes variables de base de l'environnement du Québec, soit le climat, la géomorphologie et l'hydrographie et identifient les milieux naturels qui font l'objet d'une protection spéciale.

Les trois chapitres suivants présentent les trois grands milieux, aquatique, atmosphérique, terrestre et leur degré de perturbation par la pollution ou par les modifications physiques du sol.

Suit un chapitre qui donne une vue d'ensemble sur les espèces fauniques et végétales, leur diversité et l'état de leurs populations.

Le chapitre 7 sur la forêt fait la transition entre l'approche par milieu et l'approche par activité; il fait état des caractéristiques du milieu forestier et des stress qui l'affectent, notamment l'exploitation forestière.

Viennent ensuite six chapitres consacrés aux principales sources de perturbation de l'environnement: l'agriculture, les mines, l'industrie manufacturière, l'énergie, le transport, la ville. L'importance économique de chacun est couplée avec l'ensemble des répercussions qu'il a sur les différents milieux.

Les deux derniers chapitres offrent une autre lecture transversale des mêmes phénomènes et commencent à explorer les liens entre état de l'environnement et état de santé de la population, entre état de l'environnement et développement économique.

Enfin, quelques sections spéciales attirent l'attention sur des zones ou des problèmes d'importance majeure et les abordent dans la perspective la plus intégrée possible en combinant l'information disponible sur leurs différentes composantes. Sont ainsi couverts l'estuaire du St-Laurent, les précipitations acides, les milieux humides, la villégiature.

Le spécial final sur les groupes environnementaux veut souligner le travail de tous ceux qui militent en faveur de l'amélioration de la qualité de l'environnement.

REMERCIEMENTS

La préparation de ce document a été coordonnée par le secteur de la planification et de l'évaluation du ministère de l'Environnement du Québec. Sa réalisation a été assumée par la Direction des stratégies et des politiques environnementales assistée de la Direction des communications et de l'éducation.

Équipe de rédaction

Coordonnateur: Paul Meunier
Coordonnateur-adjoint: Jean-Pierre Dugas
Normand Boulianne
Robert Delisle
Pierre Dugas
Raynald Gagnon
Gilles Lefebvre

Équipe de révision et de support technique

Louise Barette
Lyne Côté
Martine P. Gagné
Rémi Lessard
André Richard

Équipe de saisie de textes

Diane Gilbert
Suzanne Julien
Rachel Roberge

L'équipe de rédaction tient à remercier tout le personnel des différentes directions du Ministère pour leur collaboration soutenue tout au long de la préparation de ce rapport.

La publication de ce premier bilan de l'environnement a été rendue possible grâce à la participation de nombreux organismes et plus particulièrement de plusieurs ministères québécois. Le ministère de l'Environnement du Québec désire souligner leur contribution et les en remercier.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Julie Labrecque
Brigitte Portelance

Ministère des Transports

Robert Gosselin
Robert Montplaisir

Ministère de l'Énergie et des Ressources

Camille Gervais
André Jean
Michelle Laberge
Michel Thibault
Louis Thivierge

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

Camille Pomerleau
Jacques Talbot

Université du Québec à Montréal

Dr Domingos de Oliveira

Centre de toxicologie du Québec

Dr Albert Nantel

Le groupe Média Science inc.

Les ateliers de micro-édition Mot-à-Mot inc.

CHAPITRE 1

LE MILIEU QUÉBÉCOIS

Table des matières

CHAPITRE 1 - LE MILIEU QUÉBÉCOIS

INTRODUCTION 21

1.1 Le climat 23

1.1.1 Les caractéristiques climatiques du Québec méridional 23
1.1.2 Le régime thermique annuel 25
1.1.3 Les changements climatiques au Québec depuis une centaine d'années 25

1.2 L'esquisse géologique et physiographique du Québec-Labrador 28

1.2.1 Le plateau laurentien 28
1.2.2 Les basses-terres du Saint-Laurent 29
1.2.3 Les Appalaches 29

1.3 L'occupation du sol 29

1.3.1 Le territoire habité 29
1.3.2 Les forêts 30
1.3.3 L'agriculture 30

1.4 Le réseau hydrographique 31

1.4.1 Les trois principaux versants 32
1.4.2 La répartition des réserves d'eau douce 32
1.4.3 L'état de l'écoulement superficiel 33
1.4.4 L'utilisation de l'eau au Québec 33

1.5 Vers une connaissance écologique du territoire 35

BIBLIOGRAPHIE 38

LISTE DES TABLEAUX

1.1 Les précipitations annuelles, la température moyenne et l'ensoleillement

1.2 Répartition de la population des M.R.C. de Champlain et de Laval, des Communautés urbaines de Montréal et de Québec, et de la Communauté régionale de l'Outaouais

1.3 Réserves d'eau douce au Québec

1.4 Nombre d'études d'impact par région administrative (1980-1987)

LISTE DES FIGURES

1.1 Climats du Québec

1.2 Moyenne des précipitations totales annuelles

1.3 Température moyenne annuelle

1.4 Températures moyennes quinquennales

1.5 Précipitations annuelles moyennes quinquennales

1.6 Géologie du Québec

1.7 Répartition de l'occupation du territoire québécois

1.8 Les versants et les régions hydrographiques du Québec

1.9 Volume d'eau disponible dans les cinq régions du Québec

1.10 Caractéristiques de l'écoulement par région homogène

1.11 Territoires couverts par la cartographie écologique

1.12 Localisation des principaux projets de travaux en milieu aquatique, d'infrastructures linéaires et d'épandage de pesticides soumis à l'évaluation des impacts.

Introduction

Ce premier chapitre rappelle les grandes variables de base de l'environnement québécois: le climat, la géomorphologie, le réseau hydrologique, les grandes occupations du sol. Même si les données présentées évoquent des notions familières, il sera important de s'en rappeler en lisant les chapitres subséquents, car elles fournissent la trame de fond qui conditionne de nombreux dynamismes écologiques, renforcent souvent les répercussions de nombreuses pollutions et donnent à l'environnement québécois sa fragilité particulière.

1.1 LE CLIMAT

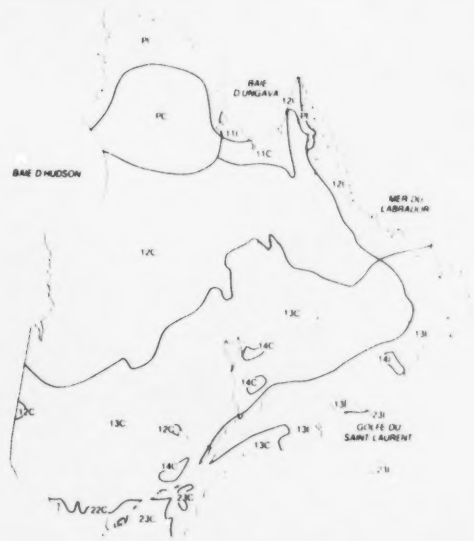
Les Québécois et les Québécoises vivent au rythme des quatre saisons, dans un contexte climatique diversifié, qui évolue, du sud au nord, de tempéré froid à arctique. En fait, la classification mondiale de Litynski permet de distinguer 13 types de climat au Québec (figure 1.1). Il existe donc des écarts de températures et de précipitations entre les différentes régions climatiques. Par exemple, en juillet, le mois le plus chaud, la température moyenne quotidienne passe de 20 °C au sud à 5 °C au nord de la baie d'Ungava. L'hiver est long; il dure de quatre à cinq mois dans le Québec méridional, soit au sud du 50e parallèle, et s'étire sur plus de huit mois au nord du Québec. La température moyenne de janvier décroît de -10 °C à -25 °C du sud au nord.

Les précipitations totales annuelles s'élèvent à 900 mm dans la région de Montréal, à plus de 1400 mm sur les sommets au nord du Saint-Laurent, pour décroître à moins de 400 mm sur les côtes du détroit d'Hudson. Dans la plaine du Saint-Laurent, les précipitations hivernales représentent de 200 à 250 cm de neige. Sur les massifs montagneux d'altitude supérieure à 600 m, il tombe plus de 450 cm de neige par année.

1.1.1 Les caractéristiques climatiques du Québec méridional

Les climats du Québec méridional sont pour la plupart subpolaires; seules l'extrémité sud du Québec et les Îles-de-la-Madeleine ont un climat modéré. Les précipitations se trouvent dans la majorité des cas dans la classe subhumide, et les régions plus sèches sont très rares: la côte de la baie James, une petite partie de l'Outaouais, le lac Saint-Jean et le lac Mistassini. On trouve aussi des régions humides, telles que la réserve des Laurentides, le mont Groulx et les montagnes de la Gaspésie.

Figure 1.1 CLIMATS DU QUÉBEC



PI	Polaire intermédiaire
PC	Polaire continental
11I	Subpolaire assez sec. intermédiaire
11C	Subpolaire assez sec. continental
12I	Subpolaire avec précipitations modérées, intermédiaire
12C	Subpolaire avec précipitations modérées, continental
13I	Subpolaire-subhumide, intermédiaire
13C	Subpolaire-subhumide, continental
14I	Subpolaire-humide, intermédiaire
14C	Subpolaire-humide, continental
22C	Modère continental
23I	Modère-subhumide, intermédiaire
23C	Modère-subhumide, continental

Source: Litynski, J. dans le Québec statistique, 1985-1986.

Le Québec méridional étant sous l'influence des vents dominants d'ouest, il subit les influences climatiques du continent nord-américain. Ainsi, la plupart des climats du sud du Québec sont à caractère continental. Toutefois, par la proximité de l'océan Atlantique, le Québec méridional subit des déplacements de masses d'air maritime qui pénètrent à l'intérieur du continent par l'embouchure du Saint-Laurent. Les régions climatiques qui bordent le fleuve ont ainsi des températures minimales et maximales moins prononcées tout au cours de l'année. Sans cette influence maritime, les précipitations dans le sud du Québec seraient beaucoup moins considérables.

Les sous-types climatiques révèlent des particularités régionales intéressantes. Par exemple, au nord, le maximum des précipitations se situe en été, tandis que vers le sud, les précipitations sont distribuées à peu près également sur toute l'année.

Cette dominance des précipitations estivales donne un caractère plus continental aux provinces climatiques qui se trouvent au nord du Québec méridional.

Au Québec méridional, les variations régionales des précipitations totales annuelles sont modérées.

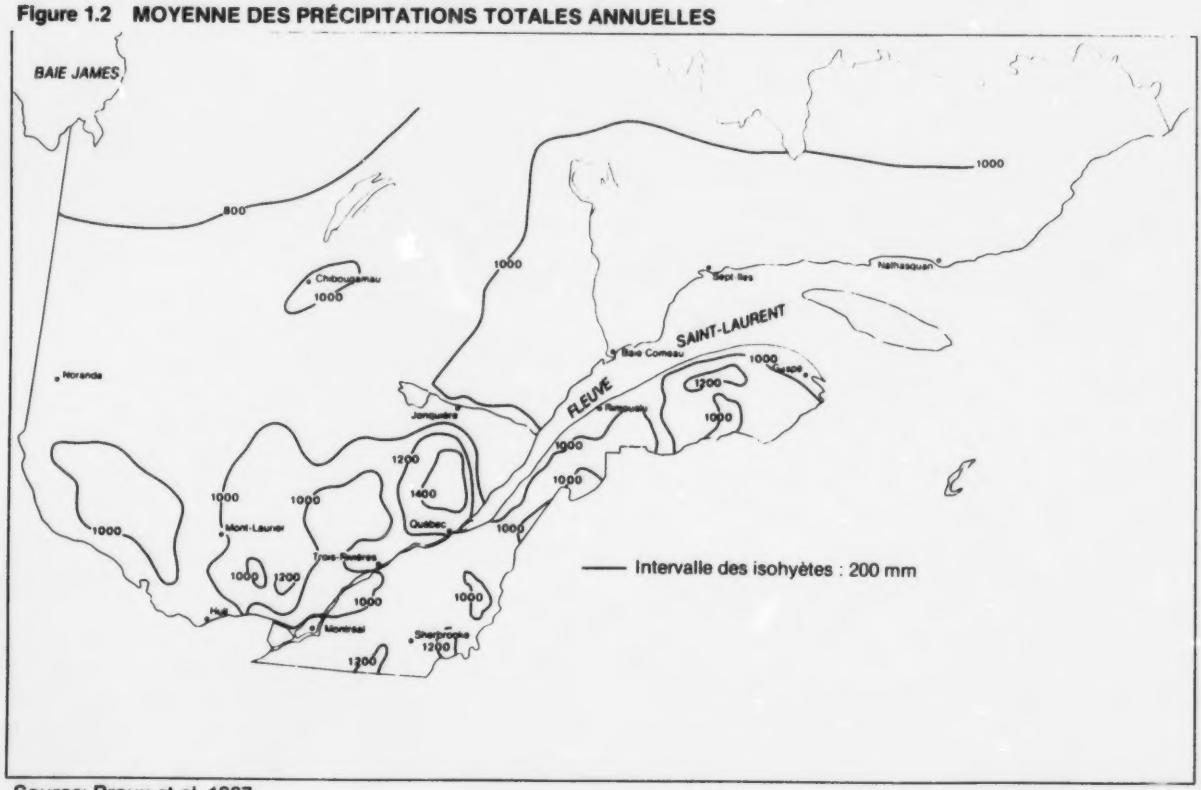
Les précipitations atteignent un maximum de 1200 à 1500 mm sur les massifs laurentien et gaspésien, tandis que la cuvette du lac Saint-Jean (moins de 900 mm) et le nord-ouest du Québec méridional (moins de 800 mm) présentent des minima régionaux (tableau 1.1 et figure 1.2)

TABLEAU 1.1
Les précipitations annuelles, la température moyenne et l'ensoleillement.

Nom de la station	Pluie totale (mm)	Jours de pluie	Neige totale (cm)	Jours de neige	Ensoleillement total (heures)	Fraction d'insolation (pourcentage)	Température moyenne annuelle °C
Albanel	606,4	85	237,3	43	1 822,0	41,4	1,71
Amos	626,7	97	240,3	58	1 828,0	41,5	0,92
Baie-Comeau-A	666,5	93	396,9	69	1 913,0	43,4	1,49
Berthierville	766,7	102	221,5	46	1 936,3	44,0	4,97
Ferme-Neuve	762,1	101	282,6	58	1 896,0	43,1	2,92
Kuujjuarapik-A	401,3	83	241,2	100	1 497,8	34,2	- 4,35
L'Assomption	748,5	112	212,4	52	2 024,0	46,0	5,24
Montréal (Jean-Brébeuf)	791,7	105	205,4	47	1 971,0	44,8	6,54
New-Richmond	735,6	96	262,0	44	1 964,0	44,6	3,63
Nitchequon	495,9	94	295,8	115	1 627,0	36,9	- 4,01
Québec-A	836,4	115	343,4	73	1 956,0	44,4	4,20
Rimouski	553,5	89	273,3	47	1 897,0	43,1	3,81
Saint-Coeur-de-Marie	668,0	90	226,0	45	1 858,0	42,2	1,60
Saint-Hyacinthe	801,9	116	230,5	47	1 917,0	43,6	6,27
Sainte-Germaine	844,2	94	317,1	49	1 739,0	39,5	2,77
Sept-Iles-A	710,7	93	426,9	72	1 998,0	45,4	1,12
Sherbrooke	696,7	114	253,2	61	1 792,0	40,7	6,01

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de la météorologie, 1987.

Figure 1.2 MOYENNE DES PRÉCIPITATIONS TOTALES ANNUELLES



Source: Proux et al, 1987.

1.1.2 Le régime thermique annuel

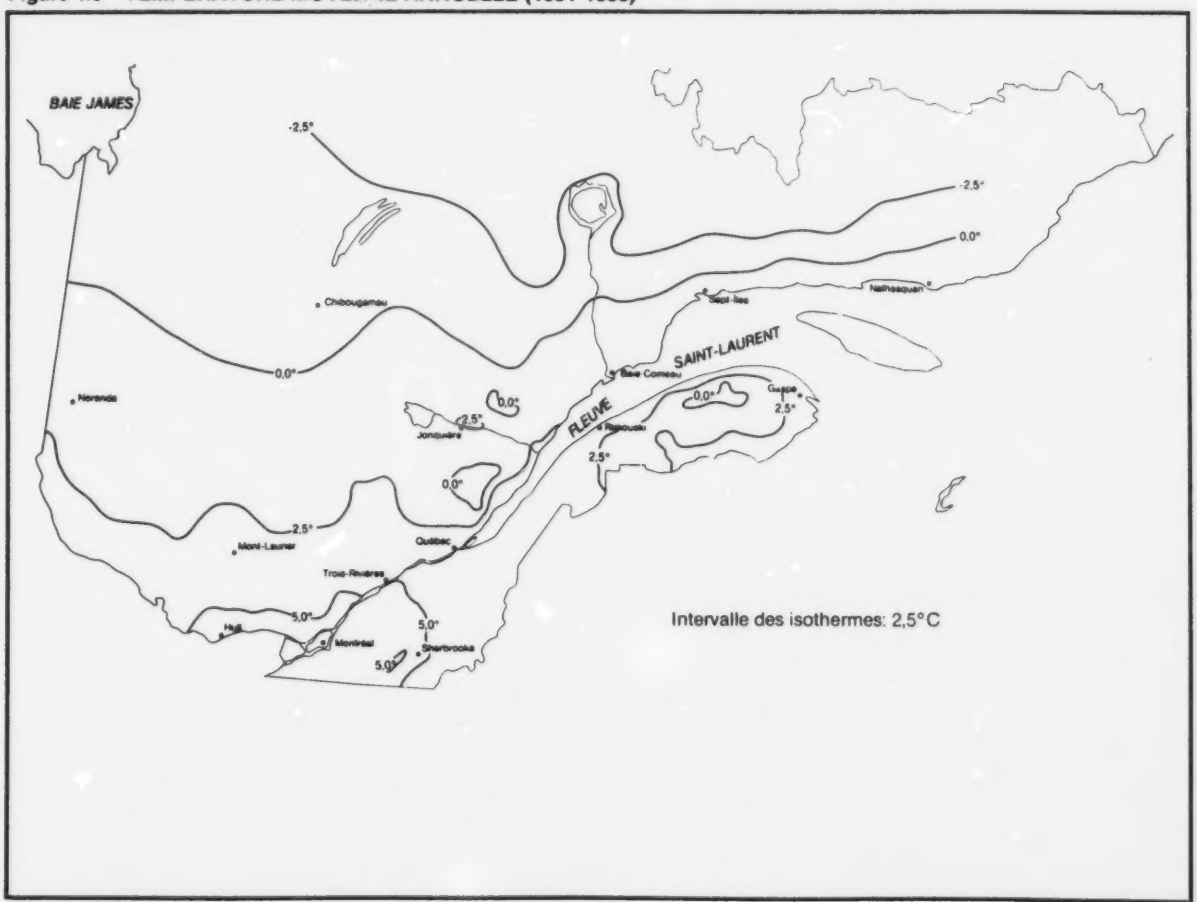
Le régime thermique du Québec méridional présente deux caractéristiques. D'une part, sur la majeure partie du territoire, le minimum des températures se situe en janvier et le maximum en juillet. D'autre part, on assiste à une avance thermique sur le continent et à un retard relatif dans les régions côtières. À partir des environs de Baie-Comeau, on note un certain décalage des saisons, qui s'accentue vers l'est. Aux îles-de la-Madeleine, le minimum des températures se situe en février et le maximum en août. Il s'agit d'un décalage d'un mois par rapport au sud du Québec.

On remarque aussi que le climat de l'est du Québec méridional diffère de celui de l'ouest. En effet, les basses-terres des rives de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent ont des températures moyennes annuelles plus élevées que la région abitibienne, à des élévations et des latitudes semblables. Par exemple, la température moyenne à New-Richmond (Gaspésie) est de 3,6 °C, alors qu'à Amos (Abitibi), elle n'est que de 0,9 °C. On constate aussi que les amplitudes thermiques sont plus accentuées à l'ouest qu'à l'est. Ainsi, il n'y a aucun doute que, vers l'est, les régions subissent l'effet modérateur de la masse océanique (figure 1.3).

De plus, les centres-villes présentent des températures minimales plus élevées que celles de leurs régions immédiates. Cela peut être rattaché, notamment à Montréal, au phénomène d'îlot de chaleur qui est attribuable, en partie l'été, à la capacité d'accumulation de chaleur des infrastructures urbaines et, en hiver, au dégagement de chaleur des bâtiments chauffés.

On remarque enfin que les régions situées dans la plaine du Saint-Laurent entre Montréal et Trois-Rivières ainsi que la côte de la baie des Chaleurs sont avantagées puisque leur niveau d'insolation est près de la moyenne mondiale.

Figure 1.3 TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE (1951-1980)



Source: Proux et al, 1987.

1.1.3 Les changements climatiques au Québec depuis une centaine d'années

Il y a un millénaire, des aventuriers vikings cultivaient la terre et pêchaient la morue sur la côte sud-ouest du Groënland. Quatre cents ans plus tard, le pergélisol avait envahi les terres arables et les colonies vikings avaient complètement disparu. Ces changements avaient été causés par une diminution d'environ 1 °C de la température moyenne du globe. À une époque beaucoup plus lointaine, il y a environ 7 000 ans, le Québec était recouvert par la calotte glaciaire, dont le retrait a donné naissance à la mer de Champlain.

D'autres changements climatiques sont aussi survenus plus récemment, comme la sécheresse dans les Prairies canadiennes durant les années 30 et la désertification du Sahel.

Afin de situer le Québec à l'intérieur de ces grands changements climatiques, nous présentons l'évolution des températures et des précipitations annuelles moyennes quinquennales à deux des plus anciennes stations météorologiques de la province (figures 1.4 et 1.5), celle de l'Université McGill, à Montréal, et celle de Québec (données provenant de l'aéroport de Sainte-Foy par la suite). Les valeurs présentées pour Montréal sont celles disponibles sans aucun ajustement, tandis que celles de Québec-Plaines ont été réduites de 0,8 °C et de 75,8 mm pour les températures et les précipitations. Ces facteurs d'ajustement ont été calculés à partir des données de Québec-Plaines et de l'aéroport de Sainte-Foy de 1944 à 1957, période durant laquelle les deux stations ont fonctionné simultanément. Les valeurs sont pointées en regard de la dernière année de chaque période quinquennale. On constate que les températures moyennes à Montréal, après avoir enregistré des valeurs très basses vers la fin des années 1880, ont connu une hausse régulière jusque vers le milieu des années 50, pour demeurer stables jusqu'en 1985. La hausse entre 1885 et 1955 correspond à environ 2,5 °C. À Québec, une hausse similaire d'environ 3 °C a été enregistrée durant la même période. Par contre, dans la période allant de 1955 à 1965, Québec a connu une baisse des températures de 1 °C, tandis que celles de Montréal étaient plus stables.

Les précipitations totales observées à Montréal sont principalement caractérisées par une absence de tendance générale à long terme. Celles de Québec ont un comportement légèrement différent et indiquent une faible hausse depuis le début du siècle, jusque vers 1975.

Les causes des changements climatiques

Les variations que nous venons de mentionner ne sont pas uniquement l'effet du hasard. Elles suivent de près l'évolution du climat de l'ensemble de l'hémisphère nord durant la même période. L'état actuel des connaissances ne permet cependant pas d'en préciser la ou les raisons exactes, mais il est possible d'identifier un certain nombre de causes possibles, parmi lesquelles on retrouve:

- une variation de l'intensité du rayonnement solaire;
- une augmentation de la quantité de poussière contenue dans l'atmosphère à la suite d'éruptions volcaniques;
- un changement dans la composition de l'atmosphère, par exemple une variation dans la quantité d'ozone ou de gaz carbonique;
- la production de chaleur résiduelle, qui accroît la température des villes par rapport à celle des campagnes environnantes;
- la destruction de la végétation, qui accroît la quantité de gaz carbonique dans l'atmosphère: les forêts tropicales sont détruites au rythme de 110 000 km² par année.

Parmi les facteurs qui affecteront probablement notre climat futur, les recherches actuelles indiquent que l'effet de serre, dû à une augmentation de gaz carbonique dans l'atmosphère, serait le plus important et provoquerait un réchauffement global de l'ordre de 2 à 4 °C au cours des 50 prochaines années. Une telle hausse de température prend toute son importance lorsqu'on considère qu'un écart de seulement 6 °C dans la température du globe sépare les ères glaciaires des périodes plus chaudes. Cette hausse ne prendrait pas forcément la forme d'un réchauffement continu, puisque les autres facteurs ont aussi leur importance et pourraient, à la rigueur, ralentir ou même renverser la tendance pendant des années, voire des décennies.

Les conséquences possibles des changements climatiques

Parmi les répercussions économiques possibles d'un tel changement climatique, on peut penser à une saison de croissance plus longue en agriculture, une saison de ski plus courte, une demande énergétique plus faible pour le chauffage, une demande plus forte pour la climatisation, un rehaussement possible du niveau des océans (dû à la fonte partielle de la calotte glaciaire) et un déplacement des bancs de poissons en mer.

Des changements aussi importants auraient des conséquences environnementales et socio-économiques considérables; il est donc essentiel d'améliorer notre compréhension du climat et de cerner de façon beaucoup plus précise les répercussions des changements climatiques, afin d'être mieux en mesure de s'y adapter ou d'en tirer le plus d'avantages possibles lorsqu'ils surviendront.

FIGURE 1.4: TEMPÉRATURES MOYENNES QUINQUENNALES

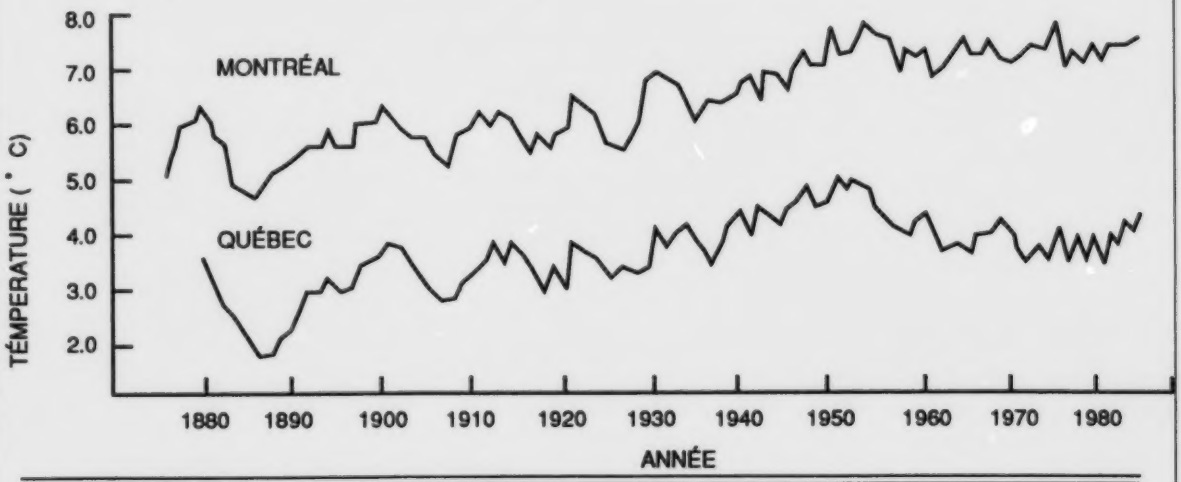
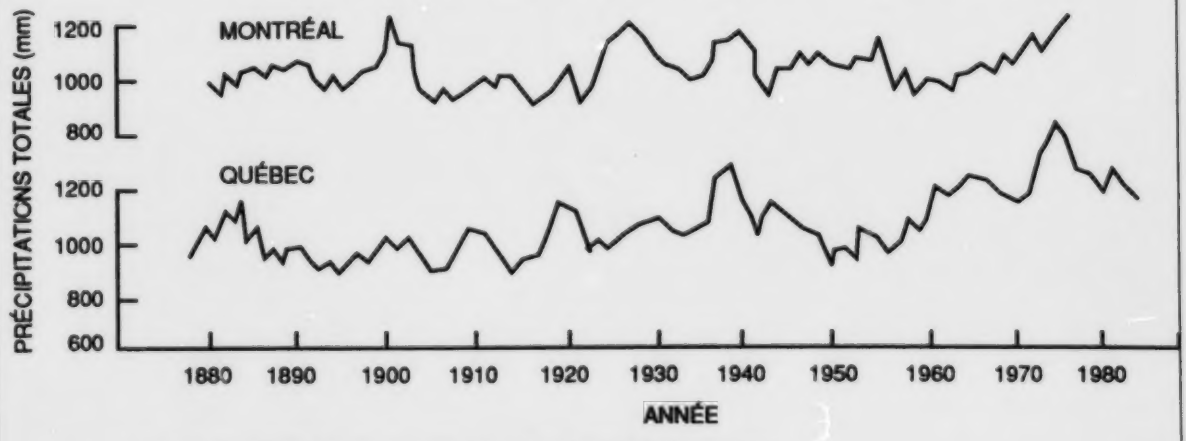


FIGURE 1.5: PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES QUINQUENNALES



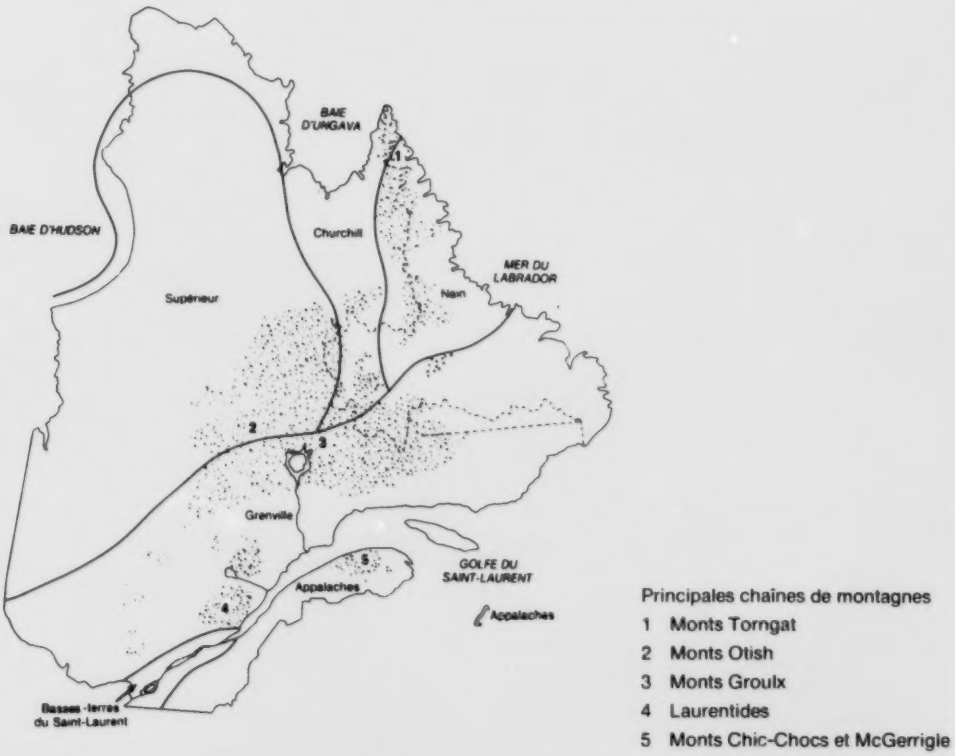
Source: Ministère de l'Environnement, Direction de la météorologie, 1987.

1.2 L'ESQUISSE GÉOLOGIQUE ET PHYSIOGRAPHIQUE DU QUÉBEC-LABRADOR

Le Québec est une vaste région d'une superficie de 1 517 300 km², s'étendant sur 18 degrés de latitude et sur 25 degrés de longitude. Son territoire occupe plus de 16 p. 100 de la superficie du Canada.

Du point de vue géologique, le Québec présente un intérêt particulier en raison des traits distinctifs qui modèlent son support géologique. Trois régions naturelles se succèdent dans l'ordre suivant: le plateau laurentien (secteur oriental du bouclier canadien), les basses-terres du Saint-Laurent et les Appalaches (figure 1.6).

Figure 1.6 GÉOLOGIE DU QUÉBEC



Source: Le Québec statistique, 1985-1986.

1.2.1 Le plateau laurentien

La partie du bouclier canadien qui compose le Québec-Labrador s'appelle le plateau laurentien. Sa limite septentrionale atteint le détroit d'Hudson; son rebord méridional suit assez fidèlement une ligne allant de Hull à Québec.

Le relief général n'accuse pas de formes réellement contrastées. Vestige d'une ancienne pénéplaine ou "pédiplaine", la surface ondule légèrement pour donner des altitudes de 250 à 750 m. Plusieurs sommets dépassent la cote 750 dont le mont Tremblant, le mont Sainte-Anne et le mont Raoul-Blanchard. Les Torngat, au nord-est du Labrador, dépassent 1 500 m.

L'abondance de dépôts morainiques résulte du passage du dernier glacier qui a aussi laissé d'épais dépôts fluvio-glaciaires dans les vallées. Des dépôts marins argileux et sableux bordent une partie des littoraux et des dépôts lacustres abondent dans le sud-ouest du territoire. Enfin, il faut se rappeler, dans le Nord du Québec, la présence de pergélisol continu dans la péninsule d'Ungava; plus au sud, le pergélisol se fait discontinu et disparaît pratiquement dans le secteur de la baie James.

1.2.2 Les basses-terres du Saint-Laurent

La région des basses-terres du Saint-Laurent s'étend depuis le lac Érié jusqu'au nord de la ville de Québec. Sur notre territoire, les basses-terres sont délimitées par la frontière ontarienne à l'ouest, par le plateau laurentien au nord-ouest et par les Appalaches à l'est. Ce secteur ainsi découpé comprend une bande de terre d'une centaine de kilomètres de large près de Montréal, mais il s'amenuise progressivement en une pointe dont l'arête se situe quelque peu en aval de Québec, près du cap Tourmente. Cette aire triangulaire couvre quelque 17 280 km².

Les basses-terres forment une plaine peu élevée dont les altitudes varient de 30 à 150 mètres. La surface est altérée ici et là par les composantes du réseau hydrographique local, dont les artères majeures sont représentées par le Saint-Laurent et ses affluents de la rive nord (rivières des Outaouais et Saint-Maurice), ainsi que ses tributaires de la rive sud: Richelieu, Saint-François et Chaudière. De plus, l'uniformité de la dépression laurentienne est brisée par la présence de cinq des huit collines Montérégiennes: le mont Royal (232 m), le mont Saint-Bruno (217 m), le mont Johnson ou Saint-Grégoire (228 m), le mont Saint-Hilaire (410 m) et le Rougemont (365 m). Les autres Montérégiennes, le mont Yamaska (410 m), le mont Shefford (524 m) et le mont Brome (532 m) affleurent dans les Appalaches.

Toutes les roches consolidées de cette région sont d'origine sédimentaire, sauf les massifs intrusifs de roches que constituent les pitons montérégiens. Elles comprennent des grès, des calcaires et des schistes argileux disposés en strates non plissées. De plus, la présence sur l'île d'Anticosti de calcaires et de schistes stratifiés, non dérangés, témoigne de l'hétérogénéité de la genèse de cette région géologique.

Les dépôts de surface doivent être reliés à la dernière période glaciaire et surtout aux époques postglaciaires de la dernière transgression marine. La présence de la mer a favorisé le dépôt d'une épaisse couche d'argile, tachée par endroit de matériaux sableux. Par la suite, la régression marine a découvert presque entièrement les lieux devenus très plats. Tels sont les séquences et les résultats qui ont pu se répéter plus tard dans la dépression Saguenay-Lac-Saint-Jean et en Abitibi-Témiscamingue.

1.2.3 Les Appalaches

Les Appalaches appartiennent à une chaîne de montagnes qui s'étend depuis l'État de l'Alabama jusqu'à Terre-Neuve. Une portion de plus de 800 km traverse le territoire québécois et constitue notre troisième région naturelle. Sise à l'est du plateau laurentien et des basses terres du Saint-Laurent, elle est bornée au sud et au sud-est par les États du Vermont, du New Hampshire, du Maine et la province du Nouveau-Brunswick. Cette chaîne se prolonge vers le nord-est et couvre plus de 77 400 km², soit environ trois fois plus que les basses-terres du Saint-Laurent, y compris l'île d'Anticosti.

Cette région présente une élévation moyenne de 500 m. Elle est cependant rehaussée par quelques monts et hauts plateaux. La topographie des lieux nous incite à diviser cette chaîne en trois segments distincts.

La partie sud est connue sous le nom de l'Estrie. Des alignements de collines, parallèles dans une orientation nord-est, alternent avec de vastes cuvettes. Toutefois, le mont Mégantic (1100 m) et plusieurs autres sommets dépassent les 1000 m d'altitude et brisent cette régularité. En Gaspésie, la structure devient nettement plus montagneuse, avec plusieurs sommets de plus de 1000 m. La chaîne prend le nom de Shickshocks ou monts Notre-Dame.

Entre la Gaspésie et l'Estrie, le soulèvement orogénique n'a donné qu'un faible relief composé d'une multitude de collines. L'altitude dépasse rarement les 600 mètres; les plus forts contrastes sont créés par quelques vallées profondes: Matapédia, Témiscouata et Chaudière.

1.3 L'OCCUPATION DU SOL

1.3.1 Le territoire habité

La plus grande partie du territoire québécois est inoccupée. La densité moyenne de 4,6 habitants n'est pas significative, puisque le Nord du Québec est presque inoccupé, avec seulement 35 000 habitants, dont environ le tiers sont des Indiens cris, naskapis, montagnais ou des Inuits, répartis dans une vingtaine de villages. En fait, le territoire municipalisé du Québec ne couvre que près de 35 p. 100 du territoire québécois et il est occupé par plus de 99,5 p. 100 de la population, soit près de 6 540 000 personnes.

Près de la moitié de la population du Québec occupe un territoire équivalant à 0,7 p.100 du territoire québécois, soit les Communautés urbaines de Montréal et de Québec ainsi que la Communauté régionale de l'Outaouais. Le Québec compte quelque 1 500 municipalités. La figure 1.7 présente la répartition de l'occupation du territoire québécois et le tableau 1.2 la répartition de cette même population.

1.3.2 Les forêts

Selon les statistiques de 1981, le Québec possède la plus grande superficie forestière du Canada. Elle représente 790 000 km², dont 89 p. 100 sont de juridiction provinciale. Les autres 11 p. 100 se partagent entre le gouvernement fédéral (0,3 p. 100) et les propriétaires privés (10,7 p.100). La Côte-Nord, le Saguenay-Lac-Saint-Jean et l'Abitibi-Témiscamingue regroupent, à elles trois, 77 p. 100 du couvert forestier accessible du Québec.

1.3.3 L'agriculture

Au Québec, la superficie zonée agricole est de 6 535 000 ha. Elle comprend les territoires municipalisés et les territoires non organisés au sud du 50e parallèle. Les grandes cultures, principalement l'orge et le maïs grain, avec respectivement 135 000 et 220 000 ha, accaparent la plus grande superficie du territoire exploité.

FIGURE 1.7

RÉPARTITION DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE QUÉBÉCOIS

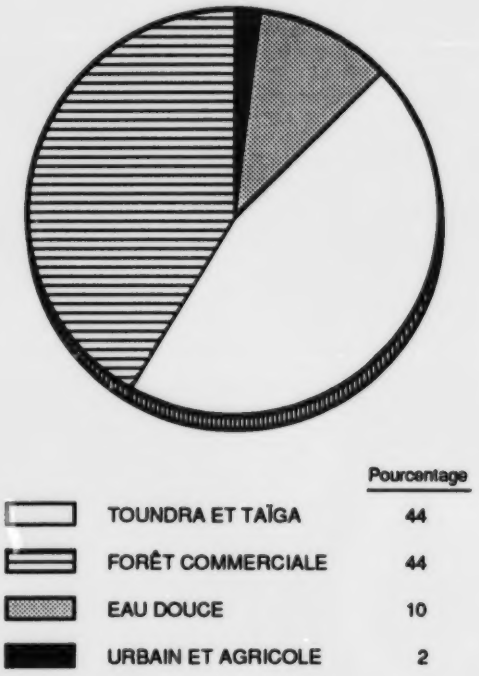


TABLEAU 1.2
RÉPARTITION DE LA POPULATION DES M.R.C. DE CHAMPLAIN ET DE LAVAL, DES COMMUNAUTÉS URBAINES DE MONTRÉAL ET DE QUÉBEC ET DE LA COMMUNAUTÉ RÉGIONALE DE L'OUTAOUAIS

Identification 1984	Superficie km2	Population 1984	Densité d'occupation du sol
Communauté urbaine de Montréal	500	1 760 164	3 520 hab/km²
Communauté urbaine de Québec	544	458 600	843 hab/km²
Communauté régionale de l'Outaouais	2 432	189 680	78 hab/km²
M.R.C. de Champlain	163	288 400	1 769 hab/km²
M.R.C. de Laval	245	273 000	112 hab/km²
Total partiel	3 874	2 969 444	764 hab/km²
Le territoire municipalisé du Québec	514 570	6 553 892	12.6 hab/km²
Le territoire du Québec dans son ensemble	1 517 300	6 979 410	4.6 hab/km²

Source: Répertoire des municipalités du Québec, édition 1986.

1.4 LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

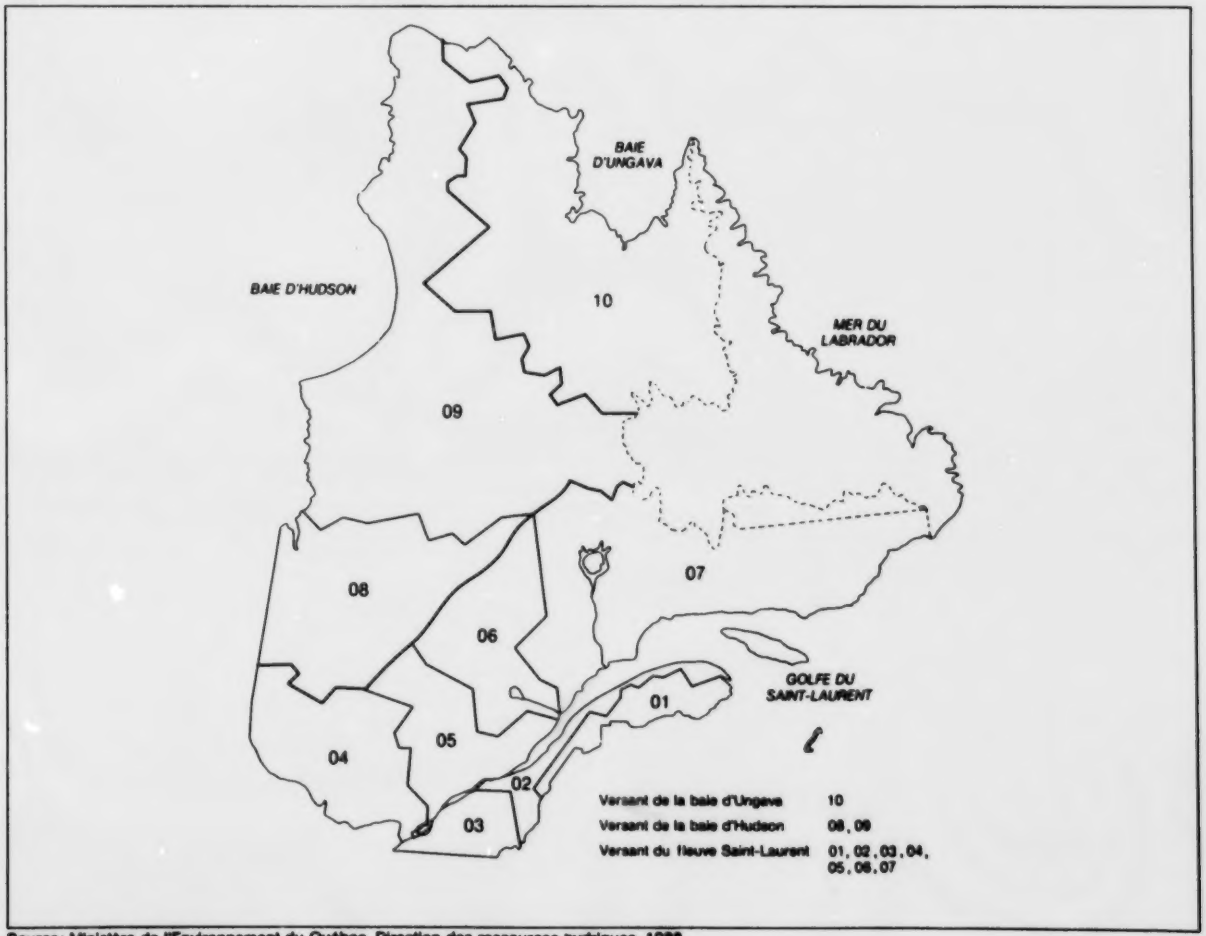
Une très grande partie du Québec est entourée de mers salées: la baie James, la baie et le détroit d'Hudson, la baie d'Ungava et le golfe du Saint-Laurent récoltent les eaux drainées dans les trois principaux versants hydrographiques. Le réseau hydrographique a atteint sa forme actuelle au cours des derniers 10 000 à 6 000 ans du retrait glaciaire . L'eau douce représente autour de 10 p. 100 de la surface terrestre du Québec. Sauf au sud de la province, la grande majorité des eaux douces sont froides et oligotrophes, c'est-à-dire contenant peu de matières nutritives.

Incluant les îles, le littoral du Québec a une longueur de 9 130 km tandis que le Saint-Laurent coule sur plus de 1 500 km. Celui-ci fut l'une des premières voies de pénétration du pays et constitue aujourd'hui le principal axe fluvial du continent nord-américain. Il relie l'océan Atlantique aux grands centres industriels du Canada et des États-Unis. Le Saint-Laurent est aussi le bassin de drainage de tous les cours d'eau du Québec qui traversent les régions densément peuplées, agricoles et industrielles. Il est également l'exutoire des Grands Lacs et des eaux usées qui s'y déversent.

1.4.1 Les trois principaux versants

Le réseau hydrographique québécois se divise en trois bassins versants principaux: le plus vaste, celui du fleuve, de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent occupe une superficie de plus de 673 000 km²; celui de la baie James et de la baie d'Hudson s'étend sur plus de 518 000 km², et enfin, celui de la baie d'Ungava couvre près de 492 000 km² (figure 1.8).

Figure 1.8 LES VERSANTS ET LES RÉGIONS HYDROGRAPHIQUES DU QUÉBEC



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des ressources hydriques, 1988.

Le bassin du Saint-Laurent comprend le versant sud qui s'étend de la frontière américaine jusqu'en Gaspésie et le versant nord, de la rivière des Outaouais jusqu'à la côte du Labrador.

Les principales rivières du versant sud sont le Richelieu, la Yamaska, la Saint-François, la Chaudière et, se jetant dans la baie des Chaleurs, la Cascapédia et la Matapédia. On dénombre dans ce grand bassin versant quelques lacs importants: Memphrémagog, Brome, Massawippi, Brompton, Aylmer, Saint-François, Mégantic, Témiscouata et Matapédia.

Le versant nord du Saint-Laurent comprend plusieurs rivières importantes comme la rivière des Outaouais, le Saint-Maurice, le Saguenay, la Manicouagan, la Moisie et la Romaine. Cette région est caractérisée par ses grands bassins versants et par un nombre considérable de lacs. De nombreuses usines hydro-électriques sont aménagées notamment sur les rivières Saint-Maurice, Betsiamites, Outardes et Manicouagan.

Le versant de la baie James et de la baie d'Hudson compte neuf des vingt plus grandes rivières de la province. Parmi celles-ci, il y a la rivière Harricana, la rivière Nottaway, qui draine les rivières Chibougamau, Waswanipi et Bell, la rivière Broadback, la rivière de Rupert, exutoire du plus grand lac naturel du Québec, le lac Mistassini, la rivière Eastmain et la Grande Rivière, site d'importants aménagements hydro-électriques qui en ont fait la plus grande rivière du Québec, avec un bassin versant de 175 900 km².

Le versant de la baie d'Ungava est dominé par le bassin de la rivière Koksoak, qui reçoit ses eaux de deux importants affluents: la rivière Caniapiscau et la rivière aux Mélèzes. D'autres rivières importantes se jettent également dans la baie d'Ungava: les rivières Arnaud (Payne), aux Feuilles, George et à la Baleine.

1.4.2 La répartition des réserves d'eau douce

Les réserves d'eau douce du Québec constituent le tiers des ressources en eau de l'ensemble du Canada et sont égales à la moitié de celles des État-Unis. Compte tenu de sa population, les ressources en eau douce du Québec sont les plus importantes au monde. Mais la plus grande partie de cette ressource est inutilisée pour des raisons d'éloignement et d'inaccessibilité puisque environ 54 p. 100 s'écoule vers le nord, alors que la population est concentrée le long du Saint-Laurent et de ses tributaires (figure 1.9)

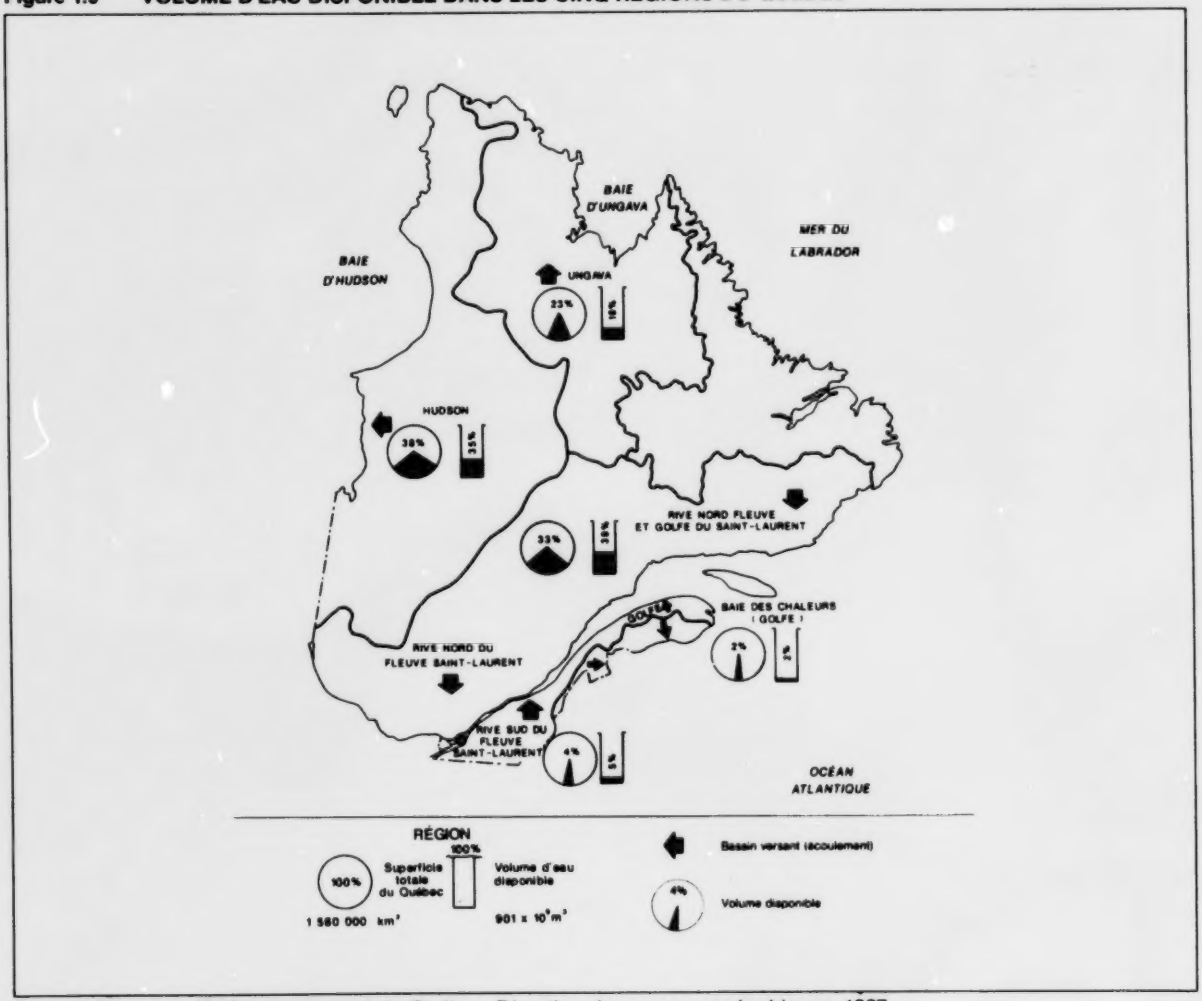
On dénombre plus de 130 000 rivières sur le territoire. La plupart des grands bassins versants sont situés dans la partie inhabitée des régions de la Basse-Côte-Nord et de la baie James, de la baie d'Hudson et de la baie d'Ungava. Plusieurs grandes rivières du Québec sont régularisées par des ouvrages. En additionnant les volumes d'eau normalement emmagasinés par tous les ouvrages et barrages à travers le Québec, on obtient une retenue de 241 km³, soit 27 p. 100 de l'écoulement total annuel. Le Québec est reconnu pour ses innombrables lacs. Situés en milieu nordique, les dix plus grands lacs mesurent plus de 480 km² chacun et le lac Mistassini vient en tête avec 2 113 km² (voir tableau 1.3).

TABLEAU 1.3
LES RÉSERVES D'EAU DOUCE AU QUÉBEC

Principaux lacs	Superficie km²	Principales rivières	Bassins versants (km²)
1- Mistassini	2 113	des Outaouais	146 000
2- A l'Eau Claire	1 243	la Grande Rivière	97 600
3- Saint-Jean	1 041	Caniapiscau	89 600
4- Bienville	987	Saguenay	88 100
5- Sakami	738	Nottaway	65 800
6- Guillaume-Delisle	712	Arnaud	49 500
7- Feuilles (aux)	611	Eastmain	46 400
8- Minto	596	Manicouagan	45 800
9- Payne	513	Saint-Maurice	43 300
10- Loups Marins (des)	484	de Rupert	43 300

Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des ressources hydriques, 1987.

Figure 1.9 VOLUME D'EAU DISPONIBLE DANS LES CINQ RÉGIONS DU QUÉBEC



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des ressources hydriques, 1987.

1.4.3 L'état de l'écoulement superficiel

L'écoulement de surface dépend directement des précipitations et est influencé par les nappes phréatiques. Les lacs servent de réservoir naturel, soutenant ainsi le débit en période de basses eaux. Au Québec, l'écoulement varie d'une saison à l'autre. Les précipitations hivernales, par exemple, ne se retrouvent en rivière qu'au printemps, lors de la fonte.

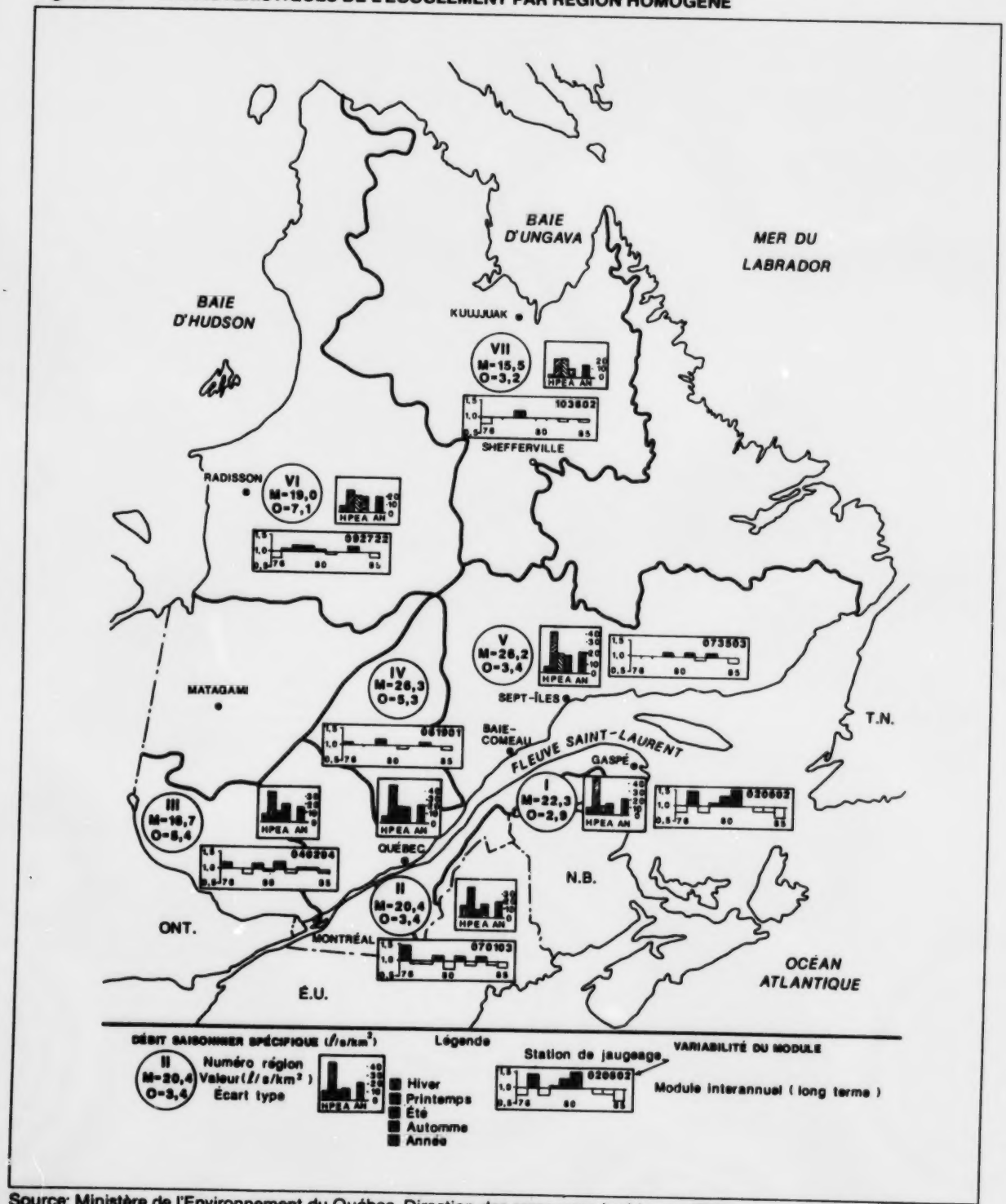
On peut regrouper les informations sur l'écoulement de surface par régions relativement homogènes. Sept régions ont été considérées pour tout le Québec, dont trois dans le Québec septentrional et quatre dans le Québec méridional (figure 1.10).

1.4.4 L'utilisation de l'eau au Québec

Avec une population de 6,5 millions d'habitants et une norme d'utilisation de 450 litres par personne par jour, les besoins en eau du Québec sont de 992 millions de m^3 alors que le volume disponible en eau de surface est de 900 milliards de m^3. Le besoin en eau représente donc 0,11 p. 100 du volume disponible.

En période d'étiage, de juillet à septembre, la disponibilité en eau est de 22,5 milliards de m^3 et la demande de 325 millions de m^3, soit un pourcentage de 1,4. Ces valeurs de besoins en eau peuvent paraître faibles, mais il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'une évaluation globale des bassins versants. Il a souvent été dit que le Québec possède de grandes réserves d'eau, mais elles ne sont pas toujours disponibles là où les besoins sont les plus grands.

Figure 1.10 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCOULEMENT PAR RÉGION HOMOGÈNE



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des ressources hydriques, 1987.

1.5 VERS UNE CONNAISSANCE ÉCOLOGIQUE DU TERRITOIRE

Un territoire aussi vaste que le Québec et présentant des caractéristiques climatiques, géologiques et physiques aussi variées, ne présente pas partout les mêmes potentialités ni la même fragilité face aux différentes utilisations qu'on en fait. Et même si les caractéristiques précédemment présentées sont utiles, elles ne sauraient, prises isolément, satisfaire le besoin de connaissance nécessaire à une utilisation équilibrée et durable du milieu naturel.

Ce n'est que par l'intégration de ces divers éléments ainsi que d'autres (ex.: sol, végétation) que s'élabore la vision écologique globale, véritable outil d'analyse et d'évaluation capable d'orienter les décisions d'aménagement du territoire ou d'exploitation des ressources. Ce niveau de connaissance écologique, s'il existe déjà pour certaines parties des territoires , demeure cependant assez restreint pour l'ensemble du Québec. De plus, pour la majorité du territoire, cette connaissance est fragmentée, selon les ressources, les intérêts ou les problèmes à l'origine des études ou travaux de recherche et selon les niveaux de juridiction.

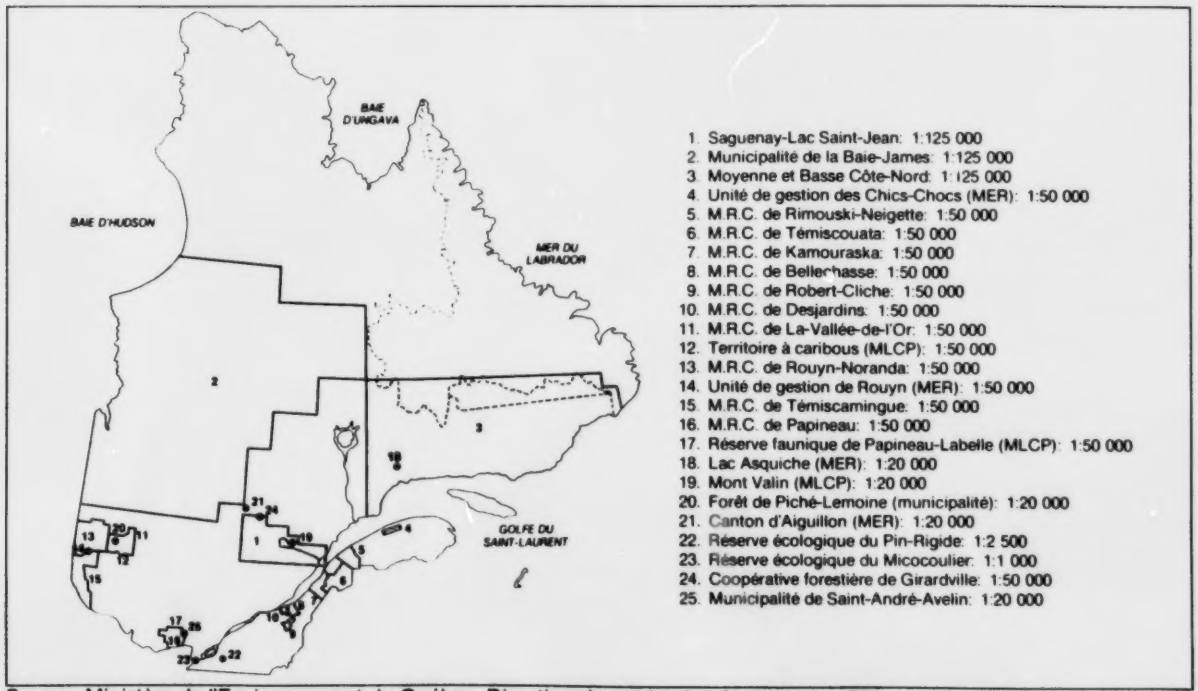
La cartographie écologique et les études d'impact sur l'environnement, quoique très différentes, méritent d'être soulignées pour leur contribution importante à l'amélioration des connaissances écologiques du territoire québécois.

La cartographie écologique

Depuis une vingtaine d'année, il s'est développé au Québec une expertise en cartographie et en classification écologique du territoire et ce, à différents niveaux de perception écologique. À cet égard, le Québec a toujours assuré un leadership au sein de la communauté scientifique canadienne. Depuis 1980, cette expertise se retrouve au ministère de l'Environnement.

La cartographie écologique fournit aux utilisateurs et aux gestionnaires des milieux terrrestres un découpage du territoire à partir de ses caractéristiques les plus permanentes (nature du sol, drainage, topographie, etc.). C'est dans ce cadre de référence géographique que s'intègrent, à travers certains facteurs climatiques, les paramètres biologiques (végétation et faune). La permanence de ce cadre de référence permet la confection d'une multitude de cartes interprétatives, toutes élaborées à l'intérieur de limites cartographiques identiques (figure 1.11). Les documents interprétatifs facilitent ainsi les processus décisionnels face aux problèmes reliés à l'affectation multiple du territoire (ex.: Schéma d'aménagement des MRC). Les utilisateurs peuvent discuter sur la base des mêmes portions territoriales cartographiées, quel que soit le thème abordé.

Figure 1.11 TERRITOIRES COUVERTS PAR LA CARTOGRAPHIE ÉCOLOGIQUE



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du patrimoine écologique, 1987.

Parmi d'autres exemples pratiques de l'utilisation de la cartographie écologique, mentionnons l'aménagement forestier et la gestion d'un troupeau de caribous menacé par l'exploitation forestière. La cartographie écologique a aussi été utilisée pour évaluer la sensibilité de la nappe phréatique à la pollution, pour évaluer le potentiel récréatif des boisés périurbains et la possibilité de reboiser certains sites. En ce qui concerne les réserves écologiques, la cartographie écologique a servi à l'analyse de la variabilité écologique régionale, à l'évaluation de la représentativité des sites proposés et enfin, à l'établissement des plans de conservation pour certains de ces sites.

Les études d'impact sur l'environnement

Depuis le 30 décembre 1980, il existe au Québec une procédure formelle, appliquée en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement et portant sur l'évaluation et l'examen des impacts d'un certain nombre de projets de développement de nature à modifier l'environnement. La procédure comprend, entre autres, l'émission d'une directive ministérielle qui détermine la nature, la portée et l'étendue de l'étude d'impact et la préparation d'une étude d'impact par le promoteur du projet. En vertu de cette procédure, quelques études d'impact réparties dans toutes les régions du Québec ont été réalisées depuis 1980 (tableau 1.4 et figure 1.12).

On ne connaît pas la superficie totale couverte par ces études. Elle est probablement de plusieurs milliers de kilomètres carrés. Cependant, on estime à environ 5540 km la longueur des lignes de transport hydro-électrique soumises à la procédure et à 1580 km la longueur des différents tracés de routes et d'autoroutes qui ont fait l'objet d'une demande similaire. Toutes les études d'impact ne peuvent prétendre tracer un portrait écologique complet du territoire étudié. Elles constituent néanmoins un apport important sur le plan des connaissances du territoire québécois et de ses ressources, tant par l'organisation et le traitement de l'information existante que par la recherche d'informations inédites. Des efforts devraient être entrepris pour diffuser davantage les informations qu'elles contiennent et les rendre plus accessibles, même si théoriquement elles le sont déjà.

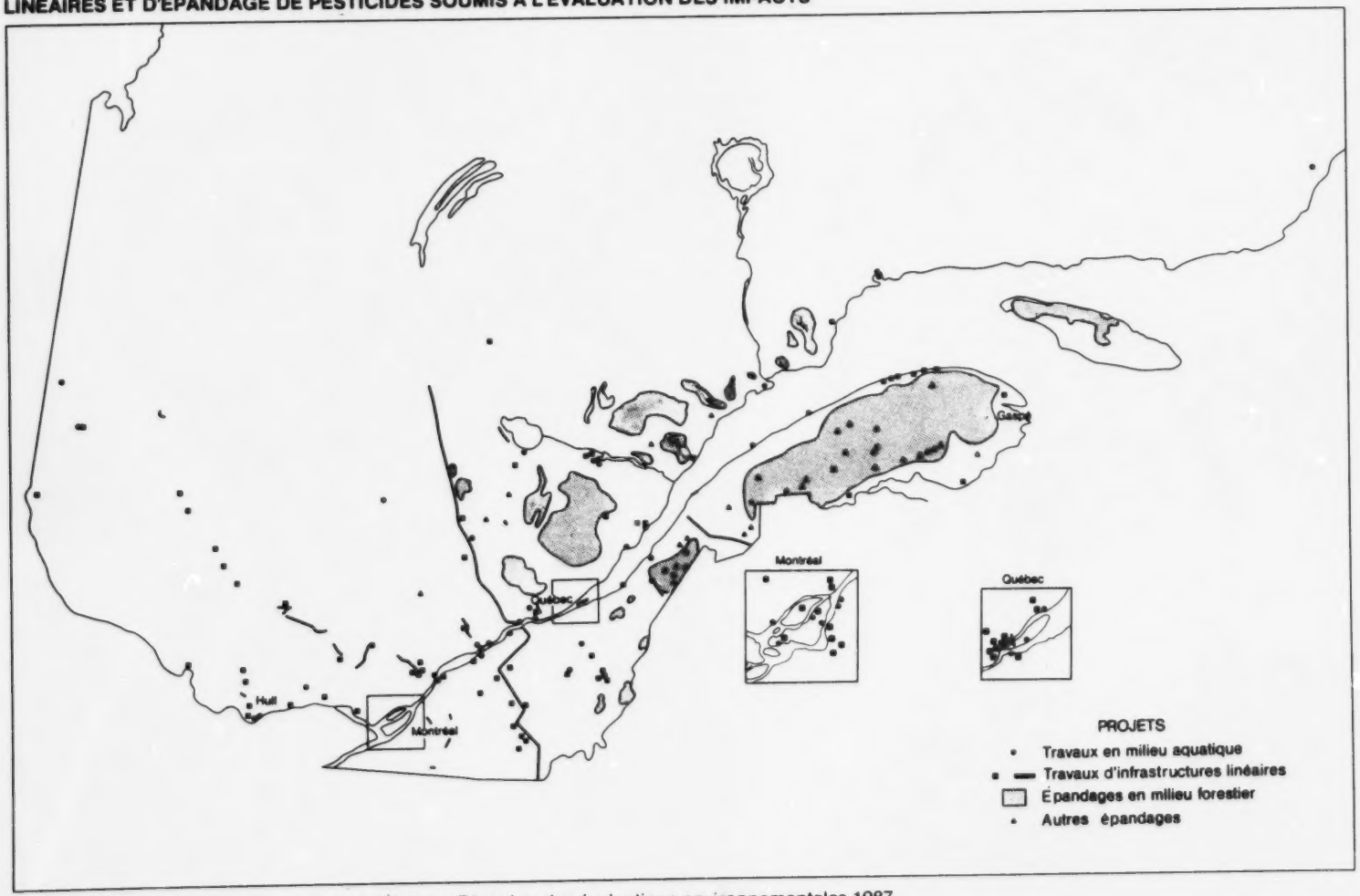
TABLEAU 1.4

LE NOMBRE D'ÉTUDES D'IMPACT PAR RÉGION ADMINISTRATIVE (1980-1987)

Catégorie de projets	Régions								
	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Travaux en milieu aquatique	5	5	17	6	--	5	2	2	6
Transport (infrastructures linéaires)	8	7	22	12	10	29	14	4	4
Épandage de pesticides	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Source: Ministère de l'Environnement, Direction des évaluations environnementales, 1987.

Figure 1.12 LOCALISATION DES PRINCIPAUX PROJETS DE TRAVAUX EN MILIEU AQUATIQUE, D'INFRASTRUCTURES LINÉAIRES ET D'ÉPANDAGE DE PESTICIDES SOUMIS À L'ÉVALUATION DES IMPACTS



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des évaluations environnementales 1987.

Bibliographie

BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC, 1985. Le Québec statistique, Édition 1985-1986, Montréal, 1190 p.

DIRECTION GÉNÉRALE DES COMMUNICATIONS, 1986. "Modification et variabilité du climat", Perspectives climatiques, Vol. VIII, supplément mensuel août 1986.

HENGEVELD, H., 1984. "Le réchauffement des climats et l'Arctique", Perspectives climatiques, Vol. VI, no 32.

HAMILTON, K., 1986. "Early Canadian Weather Observers and the "Year Without a Summer", Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 67, no 5, pp. 524-532.

LITYNSKI, J., 1986. "Les sous-types de climat d'après la méthode numérique de classification", Le Climat, Vol. IV, no 2, pp. 34-39.

LITYNSKI, J., 1984. Classification numérique des climats mondiaux, programme mondial, O.M.M., PCM/WCP-63, 46 p.

LITYNSKI, J., 1982. "Le climat de la région Mauricie - Bois-Francs", Cah. Géogr. Québec 26, pp. 139-144.

MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, 1986. Répertoire des municipalités du Québec, 896 p.

PROULX, H., G. JACQUES, A.M. LAMOTHE, J. LITYNSKI, 1987. Climatologie du Québec méridional, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la météorologie, MP-65, 198 p.

ROUSSEAU, CAMILLE, 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador, Les Presses de l'Université Laval, 799 p.

THÉRIAULT, M., 1983. Une typologie des régimes climatiques du Québec, thèse de doctorat, Université Laval, Québec 2 tomes, 602 p.

ZISKA, K.M. & P.J. SMITH, 1980. "The climatology of cyclones and anticyclones over North America and surrounding ocean environs for January and July", 1950-1977, Mon. Wea. Rev. J. 108, pp. 387-401.

CHAPITRE 2

LES MILIEUX NATURELS PROTÉGÉS

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 2 - LES MILIEUX NATURELS PROTÉGÉS

2.1	La protection des milieux naturels	43
2.2	Le réseau des milieux naturels protégés au Québec	43
2.3	Une analyse succincte de la situation actuelle	43
	BIBLIOGRAPHIE	52

LISTE DES TABLEAUX

2.1 Réseau de milieux naturels protégés selon le niveau de juridiction des principaux intervenants

LISTE DES FIGURES

2.1 Réserves nationales de faune et les refuges d'oiseaux migrateurs

2.2 Parcs

2.3 Réserves écologiques constituées et les sites écologiques

2.4 Centres éducatifs forestiers

2.5 Réserve naturelle de l'Arboretum Morgan et les parcs régionaux urbains de la communauté urbaine de Montréal.

2.6 Sites naturels exceptionnels en milieu nordique.

2.7 Sites d'intérêt spéléologique

2.1 LA PROTECTION DES MILIEUX NATURELS

Les besoins

Le Québec est vaste et ses caractéristiques climatiques, physiques et biologiques sont diversifiées. Certaines parties du territoire demandent une protection particulière pour en préserver les écosystèmes ou certains de leurs éléments. Cependant ces besoins du Québec en matière de protection des milieux naturels diffèrent peu de ceux du continent nord-américain. Ils s'expriment de diverses façons:

- la sauvegarde d'échantillons de la diversité du patrimoine écologique;
- la préservation d'éléments physiques et biologiques exceptionnels, rares ou menacés;
- la protection du territoire à des fins de recherche scientifique, de loisir, de plein air, d'éducation et de tourisme;
- le maintien d'habitats essentiels à des espèces végétales ou animales particulières;
- la gestion d'espèces végétales ou animales.

Les modalités de protection

Diverses mesures assurent une protection particulière à certaines parties du territoire québécois. L'attribution du statut de conservation officiel et légal est certes la plus importante. Parmi les autres, mentionnons les ententes administratives, l'achat de servitudes, le zonage d'un territoire à protéger, accompagné d'une réglementation ou de modalités d'intervention, etc. Enfin, l'acquisition de propriétés par des organismes non gouvernementaux à des fins de conservation constitue une pratique de plus en plus courante.

2.2 LE RÉSEAU DES MILIEUX NATURELS PROTÉGÉS AU QUÉBEC

Le réseau des milieux naturels protégés au Québec, quoique relativement modeste, est assez complexe. Le tableau 2.1 présente les différents statuts de conservation attribués à des milieux naturels en précisant les objectifs poursuivis par les organismes qui en assurent la juridiction, de même que la superficie qu'ils occupent; la répartition géographique de ces territoires protégés est illustrée aux figures 2.1 à 2.5.

Les modalités officielles ou légales de protection des milieux naturels étant davantage mises en oeuvre au niveau gouvernemental, les actions réalisées par les organismes municipaux et les organismes non gouvernementaux ainsi que celles résultant d'initiatives privées sont indiquées au meilleur de nos connaissances. Les milieux naturels protégés en vertu de leur intérêt historique, les parcs urbains proprement dits, les centres écologiques et les nombreux centres d'interprétation de la nature n'ont pas été considérés dans le présent document.

2.3 UNE ANALYSE SUCCINCTE DE LA SITUATION ACTUELLE

Un réseau de milieux naturels protégés modeste et complexe

Le réseau de milieux naturels officiellement protégés au Québec est modeste. Un statut légal ou officiel de conservation assure la protection d'environ 6000 km² de milieux naturels sur les terres publiques, ce qui représente 0,4 pour 100 des quelque 1,5 million de kilomètres carrés sur lesquels s'étend le Québec. Cette évaluation ne tient pas compte des milieux naturels protégés par les organismes non gouvernementaux, tant sur les terres publiques que sur les terres privées, pour lesquels nous ne disposons actuellement que de peu d'information.

Les milieux naturels protégés se répartissent dans le Québec méridional à l'intérieur du bassin versant du Saint-Laurent. On constate que le réseau des milieux naturels protégés s'étale essentiellement sur moins de 20 p. 100 de l'étendue du Québec, de part et d'autre du Saint-Laurent, là où la population est la plus concentrée et où les pressions sur l'environnement, liées au développement socio-économique et récréatif, sont les plus accentuées.

Le réseau d'aires protégées au Québec est complexe. L'établissement et la gestion des sites protégés relèvent de divers niveaux d'autorités. En fonction des mandats qui lui sont impartis, et au meilleur des connaissances disponibles et des contraintes imposées, chaque intervenant fait des choix et propose des gestes de conservation. Plus souvent qu'autrement, les occasions offertes, les ressources disponibles, les pressions populaires et l'urgence d'agir devant certaines situations d'aménagement et de développement conditionnent le choix des sites à protéger.

Une démarche mieux planifiée

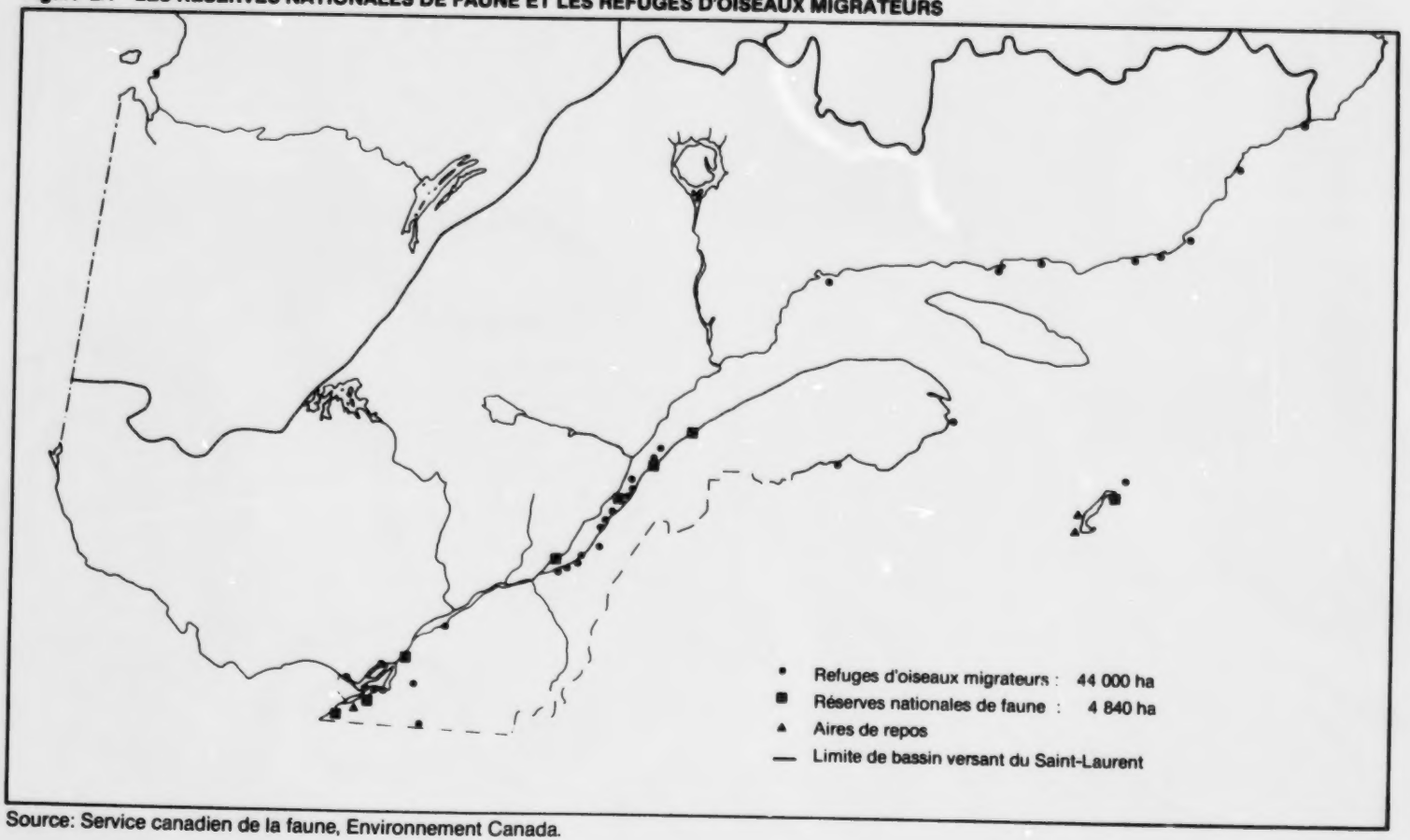
Il existe des cadres d'interventions sectorielles pour lesquels les priorités et les orientations sont bien définies (parcs nationaux, parcs québécois, réserves écologiques, etc.). Cependant, on n'assiste pas de façon globale, à l'échelle du Québec, à une recherche structurée et bien définie de sites en fonction de priorités et d'orientations clairement établies. Cette situation résulte de l'absence d'une connaissance complète de l'ensemble de la diversité écologique et biologique du Québec qui permettrait d'orienter avec plus de rigueur le choix des aires naturelles à protéger. Et pourtant, le Québec est bien pourvu en études écologiques locales et régionales qui permettraient de réaliser un tel instrument de planification. Une connaissance plus synthétique de l'ensemble des écosystèmes, des caractéristiques écologiques et des espèces animales et végétales déjà protégées dans les territoires affectés d'un statut de conservation permettrait de mieux définir les écosystèmes ou leurs éléments pour lesquels il y a urgence d'intervention.

Tableau 2.1: Réseau de milieux naturels protégés selon le niveau de juridiction des principaux intervenants

Désignation ou statut de protection	Législation (organisme responsable)	Objectifs ou principales caractéristiques	Nombre d'entités et toponyme	Superficie (km ^{2})
NIVEAU NATIONAL				1 367,4
. Réserve nationale de la faune	Loi sur la faune du Canada (Service canadien de la faune)	Protection intégrale aux oiseaux migrateurs et à leurs habitats; prélèvement autorisé à des périodes déterminées de l'année.	Huit réserves (figure 2.1)	48,4
Refuge d'oiseaux migrateurs	Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs (Service canadien de la faune)	Protection intégrale et permanente aux oiseaux migrateurs et à leurs habitats.	33 refuges (figure 2.1)	440,0
Aire de repos	Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs (Service canadien de la faune)	Protection sectorielle et temporaire aux oiseaux migrateurs: la chasse y est interdite pendant une période déterminée de l'année.	Trois aires de repos (figure 2.1)	N.D.
Parc national	Loi sur les parcs nationaux (Ministère de l'Environnement, du Canada)	Conservation des milieux naturels, perçus à l'échelle canadienne, tout en y favorisant des activités de plein air et d'éducation.	Deux parcs nationaux et une réserve de parc national (figure 2.2)	879,0
NIVEAU PROVINCIAL				4 155,9
Parc québécois	Loi sur les parcs (ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche)	Parc de conservation: protection permanente de territoires représentatifs des régions naturelles du Québec ou des sites naturels à caractère exceptionnel tout en les rendant accessibles au public pour des fins d'éducation et de récréation extensive.	Dix parcs de conservation (figure 2.2)	2 445,6
		Parc de récréation: favoriser la pratique d'une variété d'activités de plein air dans un cadre naturel tout en assurant la protection du milieu naturel.	Six parcs de récréation incluant un projet non encore officiellement constitué (figure 2.2)	1503,1
Parc (de type régional)	(Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche)	Milieux naturels protégés à cause de leur intérêt sur les plans esthétiques et récréatifs.	Parc des chutes Montmorency; Parc de la chute de la rivière Chaudière	0,3 0,5

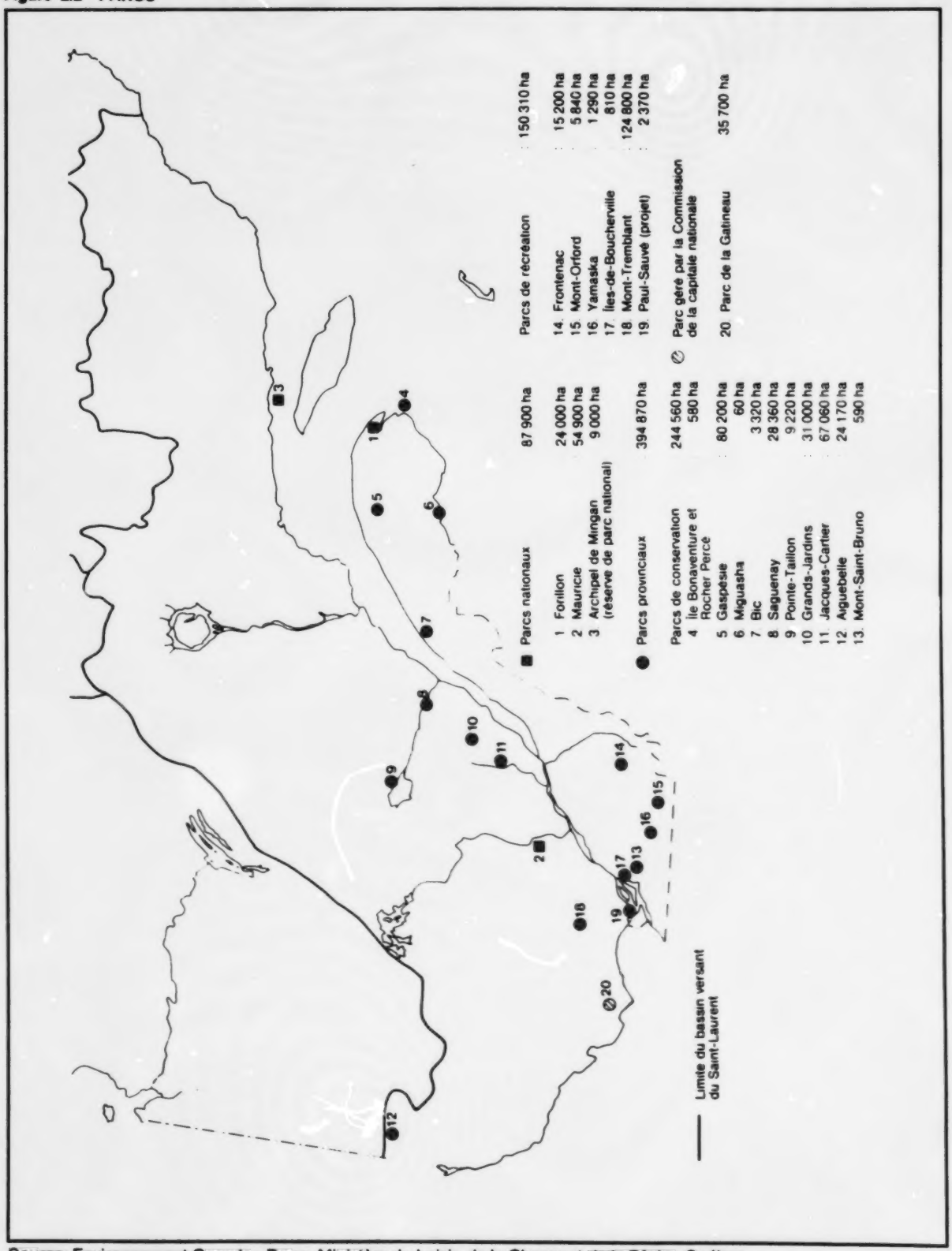
Réserve écologique	Loi sur les réserves écologiques (ministère de l'Environnement)	Assurer la conservation intégrale et permanente d'échantillons représentatifs ou exceptionnels du patrimoine biophysique du Québec; sauvegarder les espèces animales et végétales, habitats et écosystèmes uniques, rares ou menacés de disparition; réserver ces territoires à la recherche scientifique et à l'éducation. Sites écologiques: projets de réserve écologiques sur les terres publiques pour lesquels des ententes administratives assurent une protection temporaire (41 sites écologiques, 760 km, figure 2.3)	17 réserves écologiques (figures 2.3) Île Brion, acquise pour les fins de réserve écologique (figure 2.3)	84,0 6,7
Arrondissement naturel	Loi sur les biens culturels (ministère des Affaires culturelles)	Territoire désigné comme tel en raison de l'intérêt esthétique, légendaire ou pittoresque que représente son harmonie naturelle.	Trois arrondissements naturels ayant un autre statut: Percé et île Bonaventure (parc québécois), L'Archipel de Mingan (réserve de parc national) et le Bois-de-Saraguay (parc régional urbain)	—
Centre éducatif forestier	Loi sur les forêts (ministère de l'Énergie et des Ressources)	Lieux d'accueil en forêt, spécialement aménagés et animés pour familiariser les citoyens et les citoyennes avec le milieu forestier local et régional, et pour les motiver à le conserver; seules les pratiques sylvicoles permettant d'assurer la régénération de la forêt et de rencontrer les objectifs d'éducation et d'interprétation y sont autorisées.	Neuf centres éducatifs forestiers et un Service éducatif itinérant (figure 2.4)	128,9
NIVEAU PARAGOUVERNEMENTAL				434,0
Parc de la Gatineau	(Commission de la capitale nationale)	Protection de sites historiques, conservation du milieu naturel, accès du public à des fins éducatifs et récréatifs.	(figure 2.2)	357,0
Parc du Mont-Sainte-Anne	(Société des établissements de plein air du Québec)	Vocation essentiellement récréative.		77,0
NIVEAU MUNICIPAL				9,5
Parc régional urbain	(Communauté Urbaine de Montréal)	Protection du milieu naturel, éducation, récréation	Sept parcs régionaux urbains (figure 2.5)	9,5
NIVEAU PRIVÉ				38,1
Réserve de la biosphère	Reconnaissance internationale attribuée par l'UNESCO et son programme l'homme et la Biosphère	Site d'intérêt sur le plan de la conservation:paysage représentatif d'un grand écosystème naturel sa faune et sa flore particulières, marqué également des traces de l'activité humaine.	Réserve de la biosphère du mont-Saint-Hilaire: mont Saint-Hilaire (11km) et ville du mont Saint-Hilaire (44,5km). Propriétaire du mont Saint-Hilaire, L'université McGill en assure la protection et la gestion.	11,0
Réserve naturelle de l'Arboretum Morgan	(Université McGill: collège Macdonald)	Préconiser et stimuler l'enseignement et la recherche ayant pour objet des problèmes d'arboriculture et de sylviculture; activités éducatives et récréatives.	(figure 2.5)	2,1
Sites privés (îles du Saint-Laurent)	(Sociétés de conservation ou individus)	Protection de milieux naturels présentant une grande valeur écologique; sites importants pour la faune ailée.	Une douzaine d'îles ou groupe d'îles du fleuve et de l'estuaire du Saint-Laurent entre Rivière-des-Prairies et Rivière-du-Loup	± 25,0

Figure 2.1 LES RÉSERVES NATIONALES DE FAUNE ET LES REFUGES D'OISEAUX MIGRATEURS



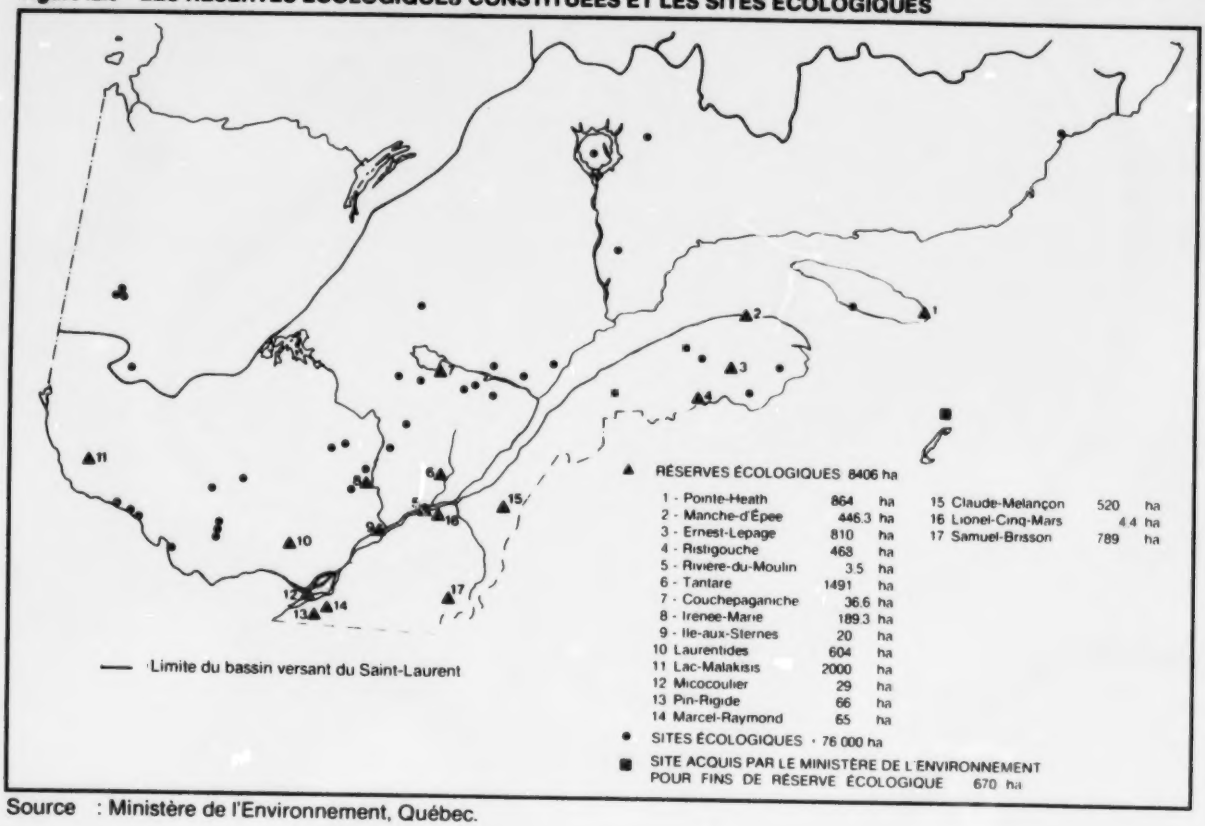
Source: Service canadien de la faune, Environnement Canada.

Figure 2.2 PARCS



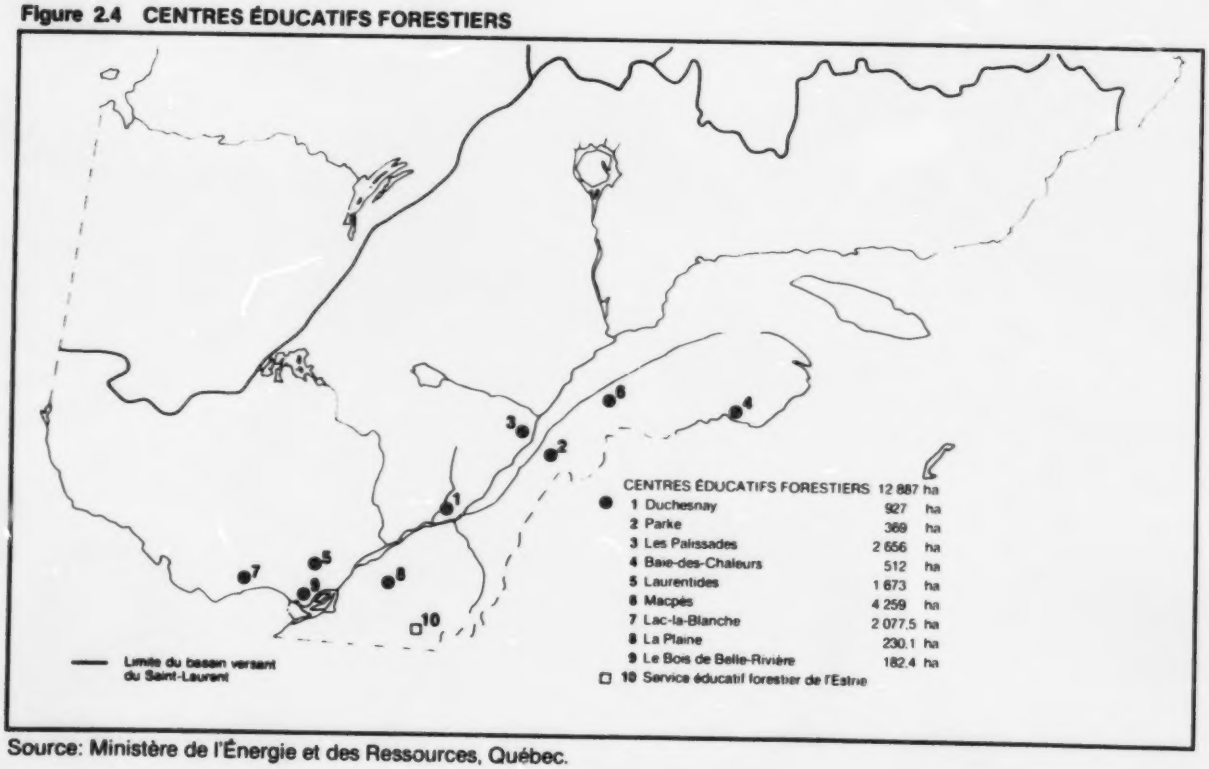
Source: Environnement Canada - Parcs, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec.

Figure 2.3 LES RÉSERVES ÉCOLOGIQUES CONSTITUÉES ET LES SITES ÉCOLOGIQUES



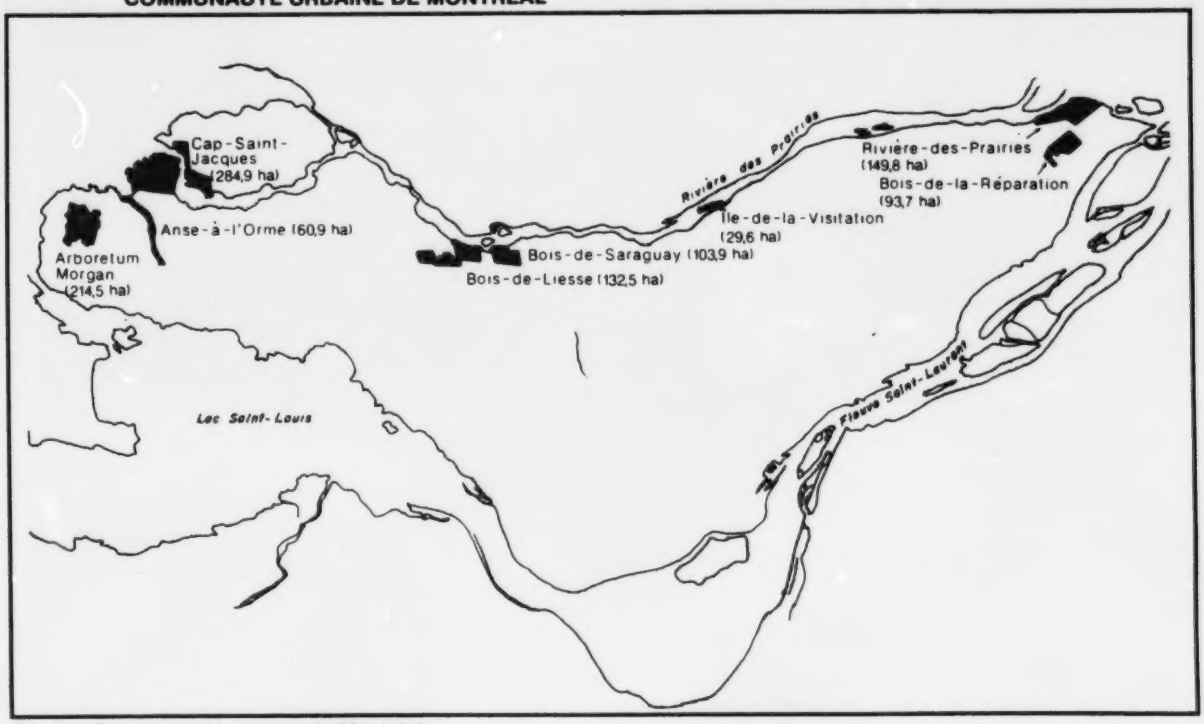
Source : Ministère de l'Environnement, Québec.

Figure 2.4 CENTRES ÉDUCATIFS FORESTIERS



Source: Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec.

Figure 2.5 LA RÉSERVE NATURELLE DE L'ARBORETUM MORGAN ET LES PARCS RÉGIONAUX URBAINS DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL



Source: Communauté urbaine de Montréal.

Quelques lacunes

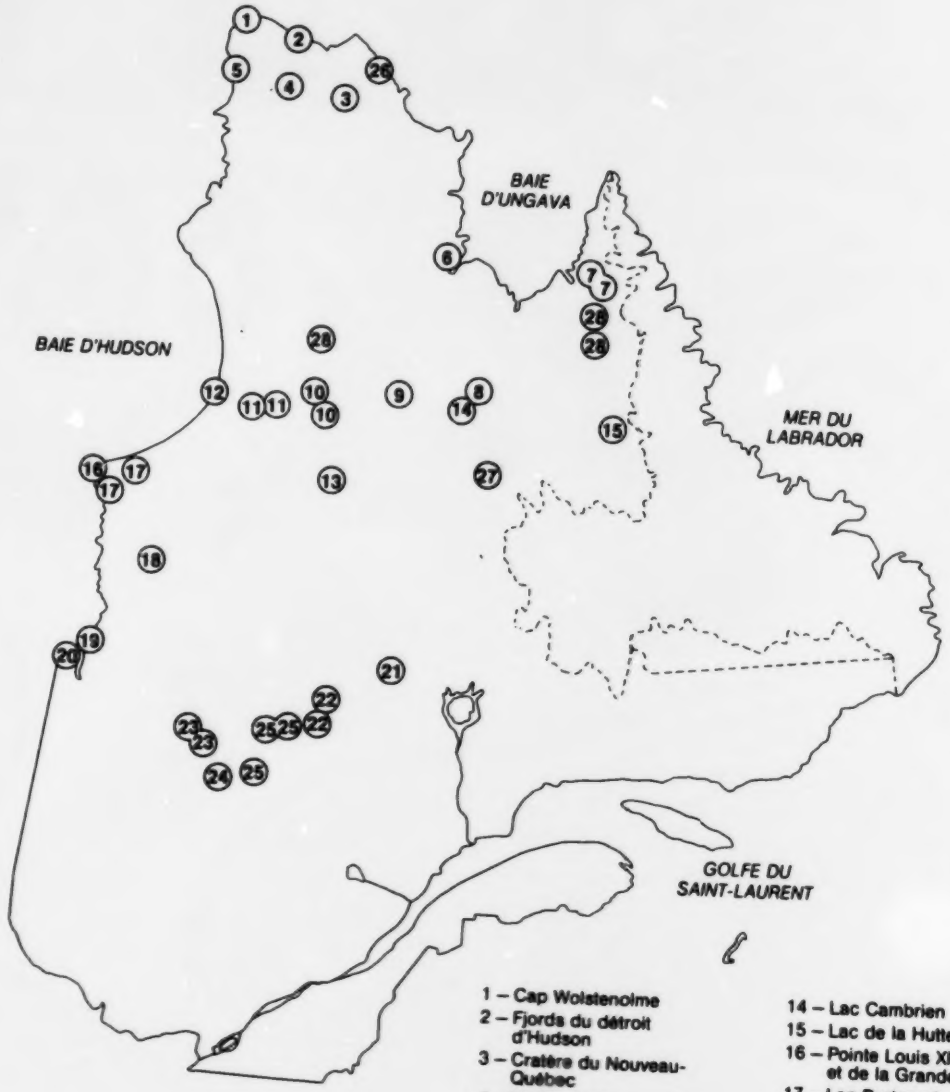
De nombreux sites naturels d'intérêt sur le plan de la conservation sont connus depuis longtemps. Plusieurs sites fragiles, voire menacés, ainsi que des habitats essentiels n'ont pas encore fait l'objet de mesures, même normatives, de protection. À titre d'exemple, mentionnons les 28 sites naturels exceptionnels en milieu nordique reconnus par les divers organismes de conservation oeuvrant au Québec (figure 2.6). Et que dire aussi des 33 sites reconnus d'intérêt spéléologique dont aucun n'a encore de statut de conservation bien précis (figure 2.7). Enfin, les nombreuses études réalisées dans la région de Montréal ont mis en évidence près d'une centaine de sites naturels qu'il faudrait protéger.

Une cartographie complète de tous les sites connus au Québec et méritant d'être protégés en fonction d'objectifs de conservation bien établis s'avère nécessaire. Elle contribuerait certes à faire participer un plus grand nombre d'intervenants dans les activités d'aménagement et de développement du territoire. Elle permettrait aussi de mieux fixer les priorités, d'établir des modalités appropriées d'intervention et d'identifier les meilleurs statuts pour y parvenir.

En effet, les statuts actuels de conservation sont insuffisants. Dans plusieurs cas, des sites naturels ne peuvent être protégés parce qu'ils ne correspondent pas aux objectifs et aux critères d'établissement des statuts actuels reconnus par leurs législations respectives. Ainsi, au niveau régional, il n'existe au Québec aucun statut officiel, tel que celui de parc naturel régional, pourtant maintes fois réclamé. Ces statuts permettraient, dans plusieurs situations, de prolonger l'oeuvre des municipalités régionales de comté et celle du Gouvernement. La protection du Massif du Sud dans Bellechasse est l'un des exemples les plus marquants.

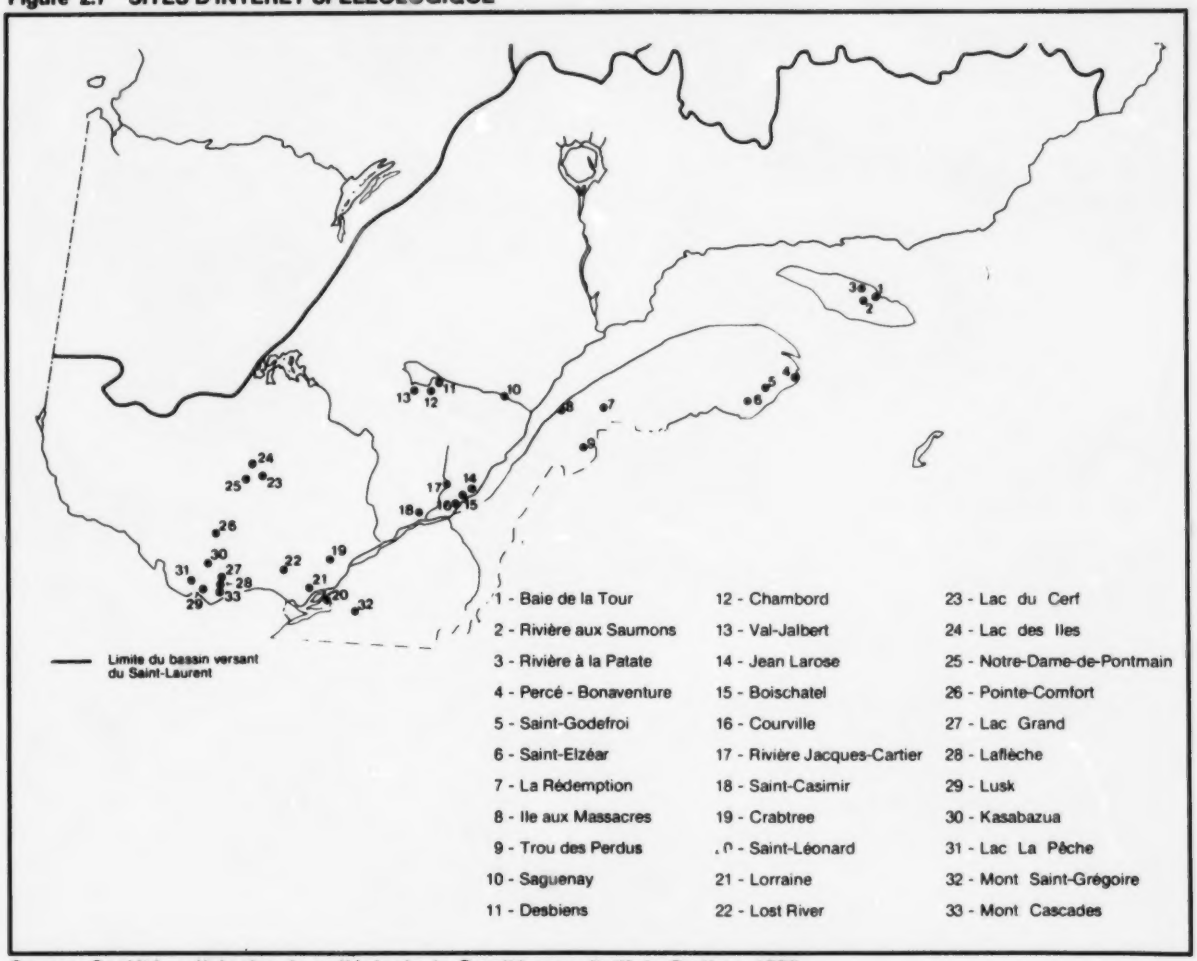
Le peu de mécanismes financiers, administratifs et même légaux susceptibles d'encourager une participation plus intensive d'individus, de propriétaires privés, voire d'industries constitue une autre de ces lacunes.

Figure 2.6 SITES NATURELS EXCEPTIONNELS EN MILIEU NORDIQUE



Source: Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche.

Figure 2.7 SITES D'INTÉRÊT SPÉLÉOLOGIQUE



Source: Société québécoise de spéléologie, *In* Comité consultatif du Québec, 1985.

En conclusion

Depuis les années 70, les réalisations au Québec sur le plan de la conservation du patrimoine écologique constituent des acquis importants qu'il faudrait évaluer précisément au regard des besoins exprimés dans la première partie. Au cours de la présente décennie, la collectivité québécoise a pris conscience des limites des politiques, des législations et des ressources financières destinées à assurer une protection adéquate et la gestion du milieu naturel et de ses ressources.

BIBLIOGRAPHIE

BÉDARD, J.P., C. BERNARD, A. HÉBERT et C. PARÉ, 1982. Pitsiataugik, gouvernement du Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de la planification du réseau, 153 p.

BOUDREAU, F. et C. DUBREUIL, 1986. Contribution du Québec à l'atteinte des objectifs de la Stratégie mondiale de la conservation, gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction du patrimoine écologique, 180 p.

BOUDREAU, F. et L.GAUDREAU, 1987. Les milieux naturels protégés au Québec, gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction du patrimoine écologique, 28 p.

BOURDAGES, J.-L., A. BOUCHARD et M.-O. TRÉPANIER, 1984. Les parcs naturels du Canada et du Québec. Politiques, lois et règlements, Université de Montréal, Faculté des arts et des sciences, Institut botanique, 125 p.

COMITÉ CONSULTATIF DU QUÉBEC, 1985. Environnement, ressources et société, un défi collectif, publié par le Comité consultatif du Québec, patrimoine de demain, sous la direction de G. Dufour, dans le cadre du Centenaire des parcs nationaux du Canada, 54 p.

COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL, 1986. Résumé de la version définitive du schéma d'aménagement, 8 p.

COUSINEAU, R., P. LABELLE et P. LEGENDRE, 1982. Les boisés urbains 1975-1981, Communauté urbaine de Montréal, Service de la planification du territoire, 5 p.

DUBREUIL, C., C. SIMARD et B. GAUTHIER, 1987. Le Fjord du Saguenay et son embouchure: répertoire de la conservation 1987, mémoire de la Société linnéenne du Québec, numéro 4, 27 p.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE, 1982. Les parcs québécois, gouvernement du Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 1. La politique, 68 p., 2. L'organisation du réseau, 139 p., 3. L'aménagement, 120 p., 4. Les activités et services, 115 p., 5. La gestion des ressources naturelles, 83 p., 6. L'éducation au milieu naturel, 83 p., publié en 1984, 7. Les régions naturelles, 257 p., publié en 1984, 8. L'accueil des visiteurs, 47 p., publié en 1985.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 1983. Réserves écologiques au Québec, ou la protection intégrale et permanente d'échantillons du patrimoine naturel du Québec, gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction des réserves écologiques et des sites naturels, R.E.-20, 37 p.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1986. Modalités d'intervention en milieu forestier, Guide, gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Direction générale des forêts, 75 p.

CHAPITRE 3

L'EAU

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 57

3.1 Les eaux de surface 58

3.1.1 La problématique et les formes de pollution 58
3.1.1.1 Les paramètres de référence 59
3.1.1.2 Les formes de déversement 60
3.1.1.3 La nature et la dynamique des polluants 61

3.1.2 La pollution des eaux au Québec 61

3.1.2.1 La pollution organique 61
3.1.2.2 La pollution par les fertilisants 62
3.1.2.3 La pollution esthétique 62
3.1.2.4 La pollution microbienne 64
3.1.2.5 La pollution toxique 65

3.1.3 Le vieillissement et la productivité des cours d'eau 72

3.1.3.1 Le vieillissement 72
3.1.3.2 La productivité des lacs et des cours d'eau 75

3.1.4 Les crues et les étiages 82

3.1.4.1 Les crues 82
3.1.4.2 Les étiages 84

3.2 L'eau souterraine 86

3.2.1 Les aspects quantitatifs 86

3.2.1.1 Les aquifères rocheux 86
3.2.1.2 Les aquifères de dépôts meubles 86

3.2.2 Les aspects qualitatifs 91

3.2.2.1 La dureté 91
3.2.2.2 Le fer et le manganèse 91
3.2.2.3 La salinité 91
3.2.2.4 Les métaux 91
3.2.2.5 La vulnérabilité des eaux souterraines 91

BIBLIOGRAPHIE 93

LISTE DES TABLEAUX

3.1 Valeurs des paramètres de base de la qualité de l'eau au Québec

3.2 Concentrations ioniques moyennes des eaux de rivière pour différentes parties du monde (mg/1)

3.3 Concentrations moyennes de paramètres indicateurs de la qualité de l'eau à l'embouchure de 30 cours d'eau du Québec, (Réseau-rivières 1979-1985)

3.4 Taux de dépassement des limites au plein usage de l'eau dans la partie fluviale et dans le haut estuaire du Saint-Laurent

3.5 Concordance de la présence de substances dangereuses dans les sédiments et dans l'eau et leur accumulation dans les organismes aquatiques

3.6 Distribution des lacs par région hydrographique en fonction de la cote trophique et approximation du niveau trophique selon la concentration en phosphore

3.7 Valeur de certains paramètres biologiques reliés au niveau trophique des milieux aquatiques

3.8 Concentration de chlorophylle "a" totale - Tributaires du lac Saint-Jean, 1975

3.9 Densité de peuplement, biomasse de phytoplancton et productivité primaire dans quatre lacs du territoire de la Baie James du 19 au 22 juillet 1973

3.10 Productivité primaire dans quelques lacs du bouclier canadien

3.11 Productivité, chlorophylle et biomasse planctonique pour deux rivières du territoire de la Baie James

3.12 Production primaire comparée pour différentes régions

3.13 Classification de la qualité de l'eau en fonction des moyennes estivales de la chlorophylle et de la biomasse

3.14 Évaluation du niveau trophique de certains tributaires du fleuve Saint-Laurent à l'aide de paramètres biologiques

3.15 Évaluation du niveau trophique et de la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent à l'aide de certains paramètres biologiques

3.16 Quelques paramètres de la productivité des lacs du Québec méridional

3.17 Municipalités utilisant l'eau souterraine provenant de dépôts non consolidés

3.18 Programme optimal d'exploitation de l'eau souterraine aux Iles-de-la-Madeleine

LISTE DES FIGURES

3.1 Fluctuation de la turbidité en fonction du débit-rivière à la tête (Weedon) et à l'embouchure (Pierreville) de la rivière Saint-François

3.2 Variations spatiales du phosphore dans le fleuve Saint-Laurent

3.3 Dépassement des critères de qualité: nutriments

3.4 Variations spatiales de la matière solide en suspension dans le fleuve Saint-Laurent

3.5 Dépassement des critères de qualité: métaux

3.6 Portrait général de la contamination pour les sept métauxà l'étude

3.7 Contamination des composantes du milieu aquatique: BPC, DDE, HCB

3.8 Qualité des sédiments du fleuve
a) du lac Saint-François à Repentigny
b) de Repentigny à Québec

3.9 Fleuve Saint-Laurent - Délimitation des régions particulièrement contaminées par les substances toxiques

3.10 Processus naturel d'un milieu aquatique

3.11 Échelle numérique et qualitative de la cote trophique

3.12 A Carte de localisation des stations sur le Saguenay

3.12 B Variation saisonnière de la chlorophylle et des phéopigments dans les eaux de surface du Saguenay

3.12 C Variation saisonnière des taux horaires de production primaire totale de la couche photique du Saguenay

3.13 Municipalités affectées par les inondations

3.14 Rivières influencées par des ouvrages de contrôle

3.15 Gestion des crues dans la région de Montréal

3.16 Localisation des principaux aquifères

3.17 Géologie de l'archipel des Iles-de-la-Madeleine

3.18 Déplacement du contact eau douce - eau salée

INTRODUCTION

L'eau est à la fois milieu de vie, ressource vitale, source d'avantages et de dommages. Les eaux de surface comme milieu de vie possèdent diverses caractéristiques physico-chimiques qui, jointes à différentes formes de pollution, conditionnent leur productivité, leur capacité de support et le développement de divers organismes vivants. Les eaux de surface sont aussi cause de dommages en cas d'inondations. Pour leur part, les eaux souterraines sont une source majeure d'eau potable tout en influençant les équilibres hydrologiques.

3.1 LES EAUX DE SURFACE

Intensification de l'urbanisation, développement de nouvelles techniques agricoles, expansion de l'occupation du territoire, voilà autant de caractéristiques de l'industrialisation accélérée qu'a connue notre siècle. Ces changements ont malheureusement engendré une détérioration sévère de la qualité de nos eaux, que ce soit par des rejets directs de contaminants, industriels ou domestiques, par des apports diffus résultant de l'épandage d'engrais et de pesticides, par l'érosion des sols décapés ou encore par le processus des précipitations acides. Le problème est certes généralisé à l'ensemble de la province. Néanmoins, il est évident que certaines régions sont plus affectées que d'autres par la pollution. Seules les parties supérieures des bassins, non touchées par l'urbanisation, l'industrie ou l'agriculture demeurent encore attrayantes.

3.1.1 La problématique et les formes de pollution

Les eaux naturelles ont une signature physico-chimique propre qui module leur dynamique en fonction des régions qu'elles baignent. Au Québec, nous distinguons huit grandes régions relativement homogènes, dont les caractéristiques sont données au tableau 3.1. Une comparaison des eaux québécoises avec celles d'autres parties du monde révèle que celles-ci sont moins minéralisées (tableau 3.2). Cette différence est attribuée aux types de roche dont est constituée la principale formation géologique, le bouclier canadien.

TABLEAU 3.1

VALEURS DES PARAMÈTRES DE BASE DE LA QUALITÉ DE L'EAU AU QUÉBEC

Paramètres / Régions	Conductivité (µs/cm)	Dureté (mg/l $CaCO_3$)	Turbidité (UTN)	pH (unité)	T° °C
Eaux du fleuve Saint-Laurent (1)					
- Cornwall	295	124	1,4	8,2	--
- Lac Saint-Pierre	257	121	4,4	7,9	--
- Québec	239	105	6,3	7,6	--
Rivière des Outaouais (2)					
- Notre-Dame-du-Nord	38	14	4,9	6,7	8,0
- Carillon	81	31	3,0	7,2	8,5
Bouclier canadien (2)					
- Du Gouffre	57	20	1,1	7,3	5,0
- Métabétchouan	34	14	1,3	6,9	9,5
Appalaches (2)					
- Saint-François (Weedon)	75	31	2,0	7,3	5,0
Massif gaspésien (2)					
- Bonaventure	193	95	0,5	8,0	5,0
Basses-terres					
- Bayonne (Saint-Laurent)	250	65	20,0	7,5	9,0
- Gentilly (Saint-Laurent)	181	71	15,0	7,6	3,3
- Ticouapé (lac Saint-Jean)	140	40	15,0	7,1	6,5
Côte-Nord (2)					
- Manitou	12	4	0,4	6,2	--
- Manicouagan	17	6	0,7	6,5	6,0
- Moisie	30	11	1,4	6,9	5,0
Estuaire (3)					
- Près de Matane	39 300	--	1,2	8	
- Près de Godbout	40 359	--	1,3	8	

(1) Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent de Cornwall à Québec, (1977-1981).
Direction générale des eaux intérieures, région de Québec, Environnement Canada (1984).
(2) Ministère de l'environnement, Réseau- rivières (1978-1985)
(3) CESL 1978, Rapport sur le tronçon en aval de Montmagny, vol.5 (moyennes juin à octobre 1975).

Source: Ministère de l'environnement, Direction de la qualité des milieux aquatiques, 1987.

TABLEAU 3.2

CONCENTRATIONS IONIQUES MOYENNES DES EAUX DE RIVIÈRE POUR DIFFÉRENTES PARTIES DU MONDE (mg/l)

	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	$Co_3^{=}$ (HCo_3^{-})	$SO_4^{=}$	Cl^{-}	NO_3^{-}	Fe (Fe_2O_3)	SiO_2	Total
Province de Québec (1)	13,7	3,4	7,3	1,3	36,9	12,3	10,0	0,30	0,51	4,5	90
Amérique du Nord (2)	21,0	5,0	9,0	1,4	68,0	20,0	8,0	1,0	0,16	9,0	142
Amérique du Sud (2)	7,2	1,5	4,0	2,0	31,0	4,8	4,9	0,7	1,4	11,9	69
Europe (2)	31,1	5,6	5,4	1,7	95,0	24,0	6,9	3,7	0,8	7,5	182
Asie (2)	18,4	5,6	5,5	3,8	79,0	8,4	8,7	0,7	0,01	11,7	142
Afrique (2)	12,5	3,8	11,0	--	43,0	13,5	12,1	0,8	1,3	23,2	121
Australie (2)	3,9	2,7	2,9	1,4	31,6	2,6	10,0	0,05	0,3	3,9	59
Monde (2)	15,0	4,1	6,3	2,3	58,4	11,2	7,8	1,0	0,67	13,1	120

(1) Ministère de l'Environnement, Réseau-rivières, 1979-1985.
(2) Wetzel, R. G., 1985

La dureté, le pH, la température, la teneur en acides humiques et la salinité sont des exemples de caractéristiques naturelles déterminantes pour le comportement d'une substance. Ainsi plus la dureté, la salinité et la concentration d'acides humiques sont élevées, moindres sont généralement les effets toxiques des métaux et des pluies acides. D'autre part, une température et un pH élevés augmenteront la toxicité d'un contaminant tel que l'azote ammoniacal.

Certaines substances comme le fer, le cuivre ou l'azote sont présentes naturellement dans les cours d'eau et sont même indispensables au maintien de la vie par le rôle important qu'elles jouent dans la structure des tissus ou les processus physiologiques. Toutefois, leur rejet en grandes quantités par un effluent industriel peut occasionner des effets toxiques à court ou à long terme. La présence simultanée dans l'eau de certains métaux tels que le cuivre ou le zinc aura par ailleurs un effet multiplicateur sur la toxicité respective de chacune de ces substances (synergie), alors qu'au contraire, la présence de sélénium réduira la toxicité du mercure (antagonisme). Quant aux composés créés de toutes pièces par l'humain et rejetés dans l'environnement, ils peuvent occasionner une toxicité aiguë ou chronique et persister très longtemps dans l'environnement, comme c'est le cas pour les pesticides. On soupçonne même plusieurs d'entre eux d'être cancérigènes.

La notion de la qualité de l'eau évoque chez la majorité des gens l'image d'un ruisseau limpide et turbulent qui dévale un flanc montagneux ou encore d'un lac calme et sauvage où abonde la truite. La notion de pollution, quant à elle, s'apparente plutôt au plan d'eau stagnante, verdâtre, parsemée de débris flottants et qui reçoit le rejet d'un égout industriel ou domestique. Pourtant, entre ces deux situations extrêmes, la gamme d'états intermédiaires est très vaste.

L'utilisation de paramètres de référence et de critères de qualité s'avère donc essentielle pour établir le degré de pollution d'un cours d'eau et juger si cette pollution peut porter préjudice à un ou plusieurs usages.

3.1.1.1 Les paramètres de référence

Les paramètres de référence sont sélectionnés en fonction de la sensibilité du milieu recepteur par rapport aux utilisations qu'on en fait. Les caractéristiques hydrodynamiques, soit la fluctuation des débits véhiculés et son effet de dilution sur les contaminants présents, contribuent par ailleurs à mieux cerner les problèmes potentiels.

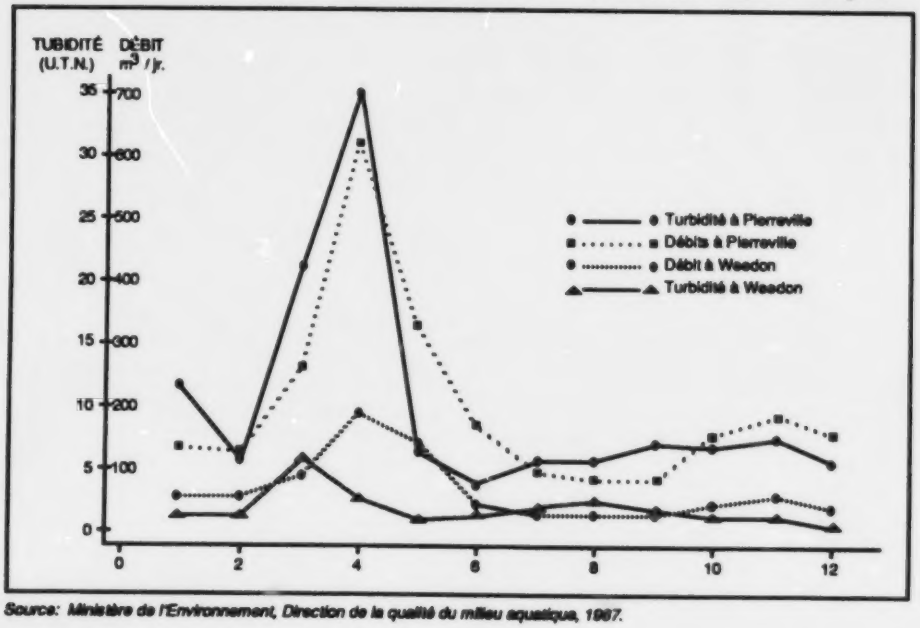
Par exemple, le taux de bactéries dans l'eau est important dans les cours d'eau offrant des activités de sport de contact primaire telles que la baignade ou servant à l'alimentation en eau potable; l'analyse bactériologique de l'eau sera alors réalisée. La contamination bactériologique des effluents domestiques est si élevée dans certains cas que la dilution des cours d'eau est souvent insuffisante pour protéger les usagers. Par contre, les taux de matière organique sont plutôt analysés dans les plans d'eau peu turbulents ou de faible dimension, susceptibles de subir des déficits d'oxygène dissous.

3.1.1.2 Les formes de déversement

Une augmentation de débit, due aux précipitations, s'accompagne dans les bassins urbanisés et surtout agricoles d'une forte augmentation des contaminants d'origine diffuse (matières en suspension provoquant la turbidité de l'eau, pesticides, matières fertilisantes, métaux, etc.) Cet apport de contaminants est fonction de l'érosion des terres cultivées, du ravinement des berges déboisées, du ruissellement des zones imperméables en milieu urbanisé et industrialisé ainsi que de la lixiviation des dépotoirs (figure 3.1).

FIGURE 3.1

LA FLUCTUATION DE LA TURBIDITÉ EN FONCTION DU DÉBIT- RIVIÈRE À LA TÊTE (WEEDON) ET À L'EMBOUCHURE (PIERREVILLE) DE LA RIVIÈRE SAINT-FRANÇOIS



Source: Ministère de l'Environnement, Direction de la qualité du milieu aquatique, 1987.

Les déversements de polluants d'origine domestique subissent des fluctuations sur une base quotidienne et parfois même horaire. On observe notamment des variations au début et à la fin de la journée de travail. Les fluctuations des polluants d'origine industrielle sont plus irrégulières. Elles peuvent être modifiées de façon périodique en fonction du procédé en cours, de la disponibilité de la matière première ou des exigences du marché.

À ces pollutions, dont on peut établir le patron de déversement, s'ajoutent tous les cas de négligences ou de fuites accidentelles de contaminants, les mauvais fonctionnements de dispositifs d'évacuation des eaux usées individuelles, le dragage de sédiments contaminés, l'entreposage ou l'épandage inadéquat de déchets dangereux, de fumier, de neige usée ou de rebuts de toute nature.

Les précipitations des contaminants atmosphériques sont aussi une source de pollution difficilement quantifiable, mais non négligeable. La contamination des sédiments dans des zones lacustres en milieu naturel et le degré d'acidification des lacs du bouclier canadien témoignent de la présence de cette forme de pollution diffuse.

3.1.1.3 La nature et la dynamique des polluants

La forme sous laquelle on retrouve une substance polluante dans le milieu est très importante. Lorsqu'elle est dissoute, la substance est réactive et biodisponible, de sorte qu'elle peut être assimilée par les végétaux et les animaux (pénétration par les branchies, la peau, le tract digestif, etc.) ou modifiée par des processus microbiologiques, physico-chimiques (précipitation chimique, attraction ionique, ligand, absorption sur floc, etc.). Lorsqu'elle est sous forme particulaire, la substance peut demeurer en suspension, se déposer au fond ou être captée par des organismes brouteurs (zooplancton, gastéropodes, etc.), détritivores (gamares, meuniers, etc.) ou filtreurs (mollusques bivalves, etc.).

La trajectoire de ces mêmes polluants dans l'environnement est complexe. Plusieurs substances difficilement biodégradables ou peu solubles dans l'eau peuvent s'accumuler dans la chaîne alimentaire et atteindre des concentrations significatives dans les poissons piscivores et chez l'homme, même si les concentrations initiales dans l'eau sont souvent non détectables. Une fluctuation très brève de la qualité de l'eau (rejets accidentels, débordements) ou la présence en faibles concentrations de certains toxiques (cadmium, mercure) peut se répercuter sur les populations benthiques et ichtyologiques, soit à cause de leur grande sensibilité à ces substances, soit à cause de la capacité qu'ont les tissus animaux de concentrer des micropolluants tels que le mercure ou les biphényles polychlorés. Le phosphore, quant à lui, peut être accumulé par les algues sous forme de réserve ou resolubilisé dans l'eau à partir des sédiments en contribuant à stimuler la production primaire, malgré de faibles teneurs enregistrées dans l'eau.

La diminution du nombre et de la diversité de certains organismes aquatiques au profit d'autres organismes tolérants à un type de perturbation est un excellent indicateur pour connaître l'ampleur de cette perturbation. De plus, connaître le degré de contamination de la chair des poissons se révèle fort utile pour prévenir les consommateurs des dangers potentiels pour la santé. La grande contamination d'organismes comme les anguilles, les crevettes du Saguenay ou les bélugas de l'estuaire offre un constat alarmant de l'état de nos grands écosystèmes aquatiques.

3.1.2 La pollution des eaux

Le bilan de l'état actuel de la qualité de nos plans d'eau a été effectué en considération de cinq grands types de pollution. La localisation des régions du Québec affectées par ces différents types de pollution permet d'avoir une idée globale de la qualité de l'eau au Québec.

Une compilation des résultats de 1979 à 1985 de la banque du Réseau de qualité des eaux pour 30 rivières du Québec est présentée au tableau 3.3. Une image plus complète de la qualité des cours d'eau du Québec est présentée sur deux cartes publiées par le ministère de l'Environnement du Québec et dont des copies peuvent être obtenues sur demande.

3.1.2.1 La pollution organique

La pollution de type organique se concentre principalement dans la partie terminale des tributaires agricoles qui sillonnent les basses-terres du Saint-Laurent et dans les baies, les lacs et certains élargissements de rivières qui reçoivent des effluents urbains ou des rejets d'industries agro-alimentaires ou de pâtes et papiers. Ces rejets importants de matières organiques causent de nombreux problèmes dans les cours d'eau à faible débit ou dans des tronçons caractérisés par de basses vitesses d'écoulement d'eau. Il s'ensuit des baisses notables d'oxygène dis-sous, une modification des communautés végétales et animales,une mortalité accrûe de poissons et la production d'odeurs

TABLEAU 3.3
Concentrations moyennes de paramètres indicateurs de la qualité de l'eau à l'embouchure de 30 cours d'eau du Québec, (réseau-rivières 1979-1985)

Nom du bassin	Couleur vraie (Hazen)	Conductivité (µmhos/cm)	Température (°C)	C org. total (mg/l)	Matière suspens (mg/l)	Phos. total (mg/l)	No_3 No_2 (mg/l)	NH4 (mg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)	Cu (µg/l)
Matapédia	8.0	161.4	6.4	7.6	8.8	0.021	0.18	0.02	17.9	21.6	7.0
Du Loup	57.8	98.8	9.0	24.4	19.8	0.072	0.11	0.03	48.1	22.1	7.3
Du Sud	32.6	98.5	8.7	11.8	11.0	0.061	0.42	0.15	6.4	61.7	6.9
Etchemin	31.9	122.2	8.1	11.6	18.2	0.107	0.60	0.19	8.9	8.5	4.1
Chaudière	38.0	115.5	8.3	14.2	15.8	0.086	0.37	0.21	9.2	10.3	7.3
Bécancour	33.0	175.0	10.0	12.1	33.1	0.077	0.34	0.10	11.0	35.8	6.9
Nicolet	25.3	215.1	10.9	12.1	50.0	0.091	0.51	0.12	48.4	94.5	5.8
Saint-Francois	35.1	156.5	11.4	14.3	50.6	0.094	0.24	0.05	9.8	32.5	135.0
Yamaska	31.8	281.8	10.7	13.5	27.3	0.221	1.05	0.31	11.2	17.4	6.8
Richelieu	15.0	180.2	11.9	9.2	19.0	0.058	0.35	0.06	6.9	16.6	56.3
Châteauguay	25.9	268.3	10.8	13.6	14.5	0.133	0.55	0.10	75.4	21.0	5.8
Du Nord	24.5	169.5	10.4	10.1	10.9	0.075	0.34	0.09	8.0	20.6	7.0
Rouge	21.7	52.5	10.6	9.1	16.5	0.037	0.15	0.04	14.1	10.5	5.2
Gatineau	23.9	51.2	9.6	9.9	3.8	0.025	0.11	0.03	14.6	22.6	4.9
Des Outaouais	25.2	85.1	9.9	12.4	6.7	0.036	0.20	0.06	27.9	9.2	5.6
Rigaud	57.9	397.8	8.3	15.6	45.7	0.165	0.61	0.14	23.9	14.4	5.7
Saint-Maurice	29.5	35.0	9.6	13.1	6.8	0.036	0.07	0.02	6.1	22.4	34.4
Batiscan	23.6	38.4	9.4	8.7	12.1	0.039	0.16	0.05	27.1	18.6	4.6
Jacques-Cartier	22.3	47.4	8.1	8.8	5.6	0.034	0.30	0.03	8.2	12.5	4.7
Saint-Charles	30.8	325.7	8.2	9.9	22.4	0.110	0.43	0.19	15.0	15.2	6.0
Du Gouffre	18.3	78.1	7.0	7.9	6.0	0.062	0.17	0.04	10.1	16.8	8.0
Malbaie	45.6	85.6	7.8	50.7	15.3	0.065	0.07	0.02	15.7	29.4	7.1
L'Assomption	27.8	136.2	9.7	10.8	25.2	0.123	0.45	0.17	9.0	27.2	6.1
Bayonne	36.5	242.0	10.1	13.8	47.6	0.235	1.08	0.45	12.1	17.0	8.0
Maskinongé	28.2	73.0	9.9	10.5	25.9	0.103	0.17	0.09	9.7	11.6	4.6
Ticouapé	77.1	131.4	8.0	15.7	42.4	0.155	0.23	0.17	13.2	7.9	4.4
Metassini	43.5	27.4	8.0	11.7	3.1	0.025	0.07	0.03	37.9	19.8	5.4
Saguenay	32.6	36.2	8.5	10.9	3.5	0.028	0.10	0.03	26.9	10.3	5.0
Moisie	25.4	57.0	7.3	9.3	5.7	0.031	0.11	0.04	15.5	27.0	6.0
Harricana	78.7	78.5	8.9	18.1	9.4	0.051	0.21	0.07	11.8	173.3	38.0

Source: Ministère de l'environnement du Québec, Direction de la qualité du milieu aquatique, 1987.

3.1.2.2 La pollution par les fertilisants

La présence excessive de matières fertilisantes est observée dans toutes les sections de cours d'eau dont le bassin versant est exploité à des fins agricoles, aux points d'arrivée des principaux tributaires dans le fleuve et en aval de plusieurs rejets municipaux et d'industries agro-alimentaires. Elle s'exprime par la prolifération excessive d'algues dans l'eau et de plantes aquatiques le long des lacs et des rivières.

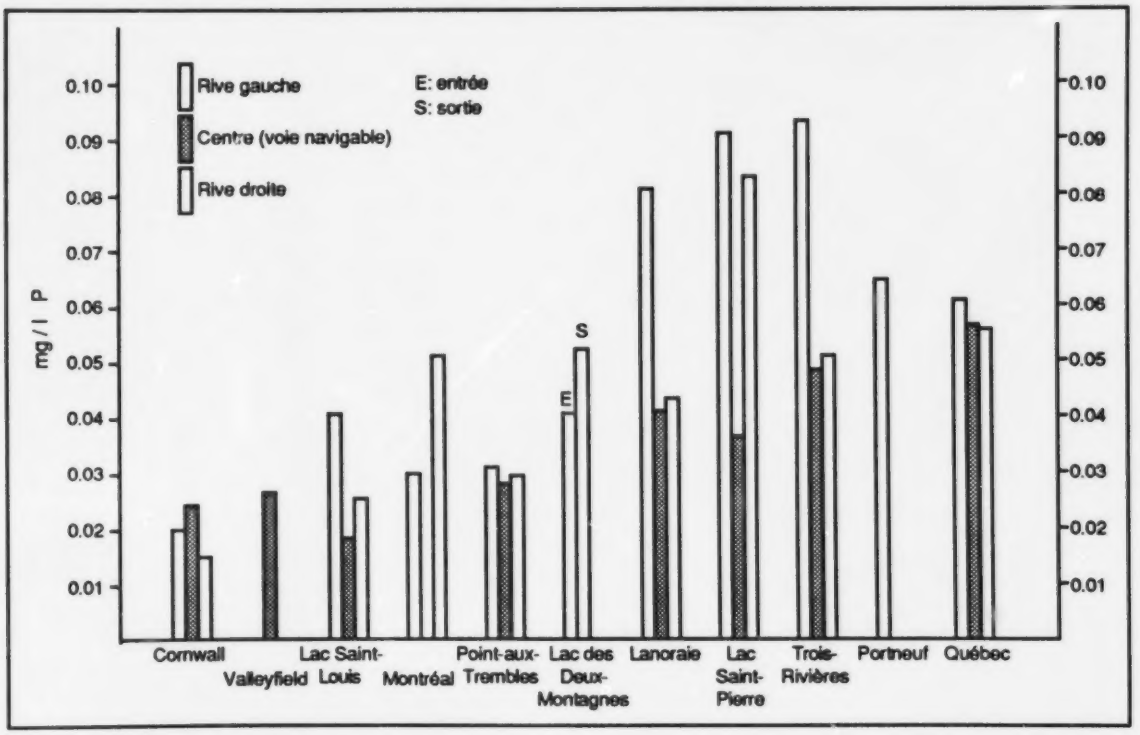
Notons que sur le versant sud du fleuve Saint-Laurent, en excluant la Gaspésie, les problèmes de surfertilisation sont souvent plus aigus et fréquents en raison du degré de minéralisation naturelle des eaux (figure 3.2), des températures plus propices à la croissance végétale et de la plus grande colonisation humaine dans le haut des bassins. La rencontre des eaux douces et salées contribue par ailleurs à une stimulation naturelle de la production des algues. La figure 3.3 illustre bien la situation dans les principales rivières du Québec méridional.

3.1.2.3 La pollution esthétique

Les problèmes reliés à l'aspect esthétique d'un plan d'eau sont observés dans les tributaires agricoles et en aval des rejets de plusieurs industries et municipalités. L'écoulement très lent des eaux ou leur stagnation accentuent l'effet d'accumulation de sédiments et des déchets, de même que la production de bulles de gaz ou d'algues.

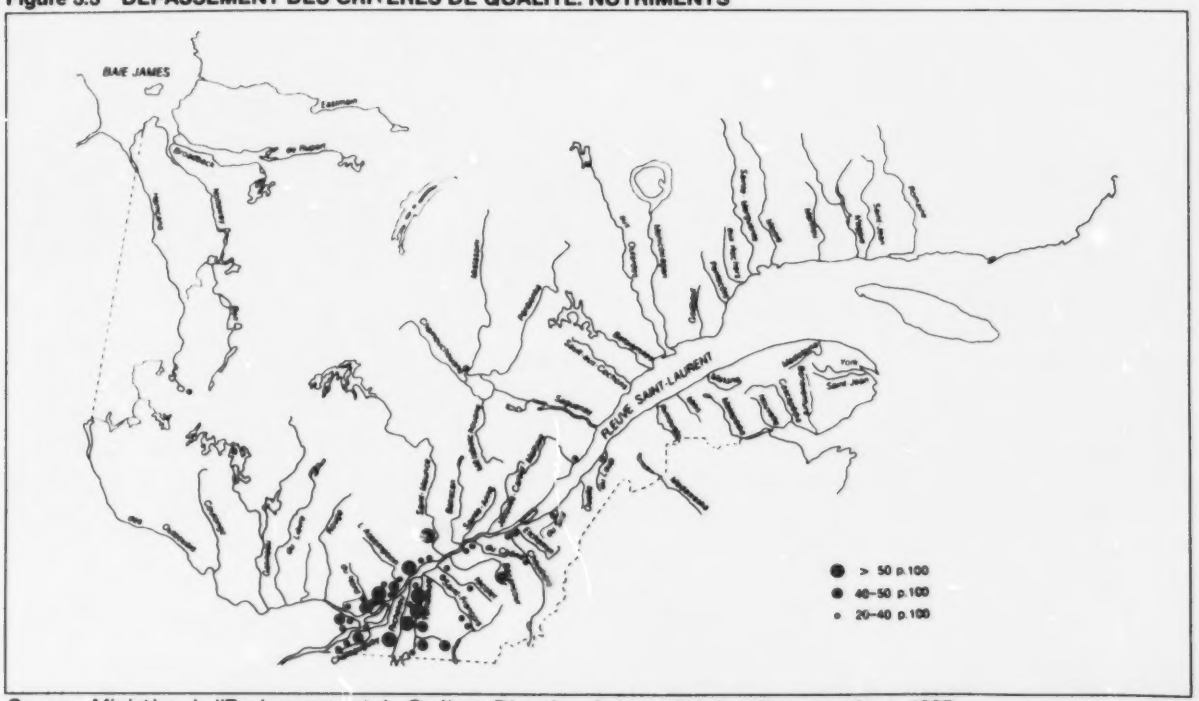
FIGURE 3.2

VARIATIONS SPATIALES DU PHOSPHORE DANS LE FLEUVE SAINT-LAURENT



Source: Adapté d' Environnement Canada, 1984.

Figure 3.3 DÉPASSEMENT DES CRITÈRES DE QUALITÉ: NUTRIMENTS



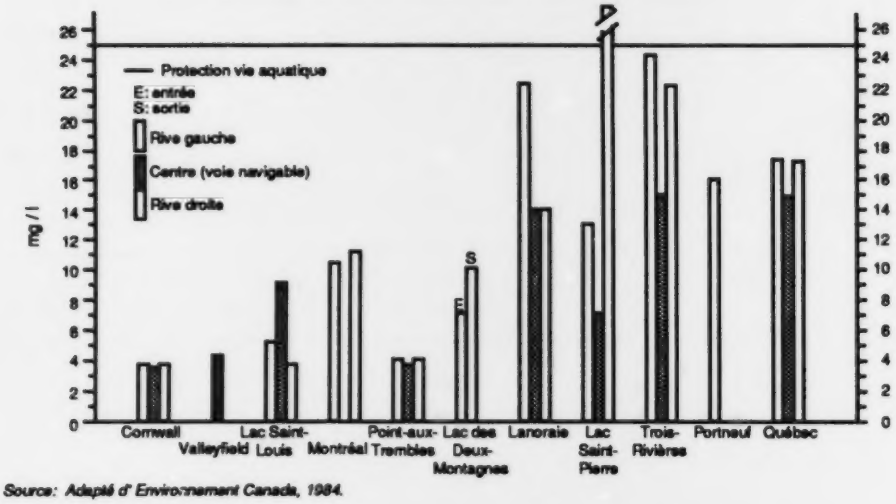
Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité du milieu aquatique, 1987.

Les rivières les plus polluées à l'embouchure sur le plan des matières en suspension sont, par ordre décroissant, les rivières Saint-François, Nicolet, Bayonne, Rigaud, Ticouapé, Bécancour, Yamaska, Maskinongé et l'Assomption. Même dans le fleuve Saint-Laurent (figure 3.4), l'abondance des matières en suspension se manifeste de façon très nette à partir de Montréal. Elle atteint son point culminant dans le moyen estuaire, à la rencontre des eaux douces et marines et s'estompe par la suite au centre de l'estuaire. La cause principale demeure l'érosion des bassins à vocation agricole.

Localement cependant, le déversement des industries papetières, les activités de dragage pour l'entretien du chenal, l'érosion des berges ou du lit par les vagues s'avèrent des causes très importantes. Tous les rejets municipaux non traités sont aussi susceptibles de créer des désagréments locaux: odeurs, déchets domestiques flottants, turbidité grisâtre en aval des égouts. Cet impact est particulièrement visible dans les zones découvertes à marée basse (Chicoutimi, Baie-Comeau) ou le long des rivières très populeuses (des Prairies, des Mille-Îles, Saint-Charles).

FIGURE 3.4

LES VARIATIONS SPATIALES DE LA MATIÈRE SOLIDE EN SUSPENSION DANS LE FLEUVE SAINT-LAURENT



Source: Adapté d' Environnement Canada, 1984.

3.1.2.4 La pollution microbienne

Ce type de pollution se retrouve en aval des rejets de réseaux d'égouts domestiques et au niveau des zones récréatives où les systèmes d'évacuation des eaux usées individuelles ne sont pas adéquats. Dans ce dernier cas, la contamination qui s'ensuit est locale, alors qu'en aval des agglomérations de moyenne à grande importance et dans les zones d'élevage, elle peut s'étendre souvent jusqu'à l'embouchure des rivières. La prolifération des bactéries est en outre favorisée dans les eaux de procédé des industries agro-alimentaires et des papeteries.

La contamination bactériologique a pour conséquence de limiter la pratique des sports de contact dans plusieurs tronçons de nos cours d'eau recevant des égouts domestiques, d'empêcher la baignade en bordure de plusieurs lacs ou de forcer l'abandon de cette activité dans le fleuve, la Chaudière, la Saint-Maurice, etc., de causer des problèmes de santé aux véliplanchistes fréquentant certains gros plans d'eau comme le fleuve à Trois-Rivières et à Québec ou aux adeptes du kayak dans les rivières telles que la rivière des Prairies ou la rivière Rouge.

L'alimentation en eau brute peut, par ailleurs, être compromise dans certains cours d'eau tels que les rivières L'Assomption, des Mille-Îles, Yamaska ou le fleuve Saint-Laurent.

La cueillette des mollusques est interdite dans toutes les régions urbanisées, entre autres dans la section du Saguenay située en aval de Chicoutimi, l'estuaire du Saint-Laurent à Baie Comeau, Port Cartier, Sept-Îles et Percé, la baie des Chaleurs à Chandler, Maria et Carleton et même dans des zones caractérisées par une présence humaine plus marginale.

3.1.2.5 La pollution toxique

La contamination des eaux des tributaires par les métaux

Les résultats d'analyse de plusieurs échantillons d'eau entre 1979 et 1984 (figure 3.5) indiquent que la région la plus contaminée par les métaux (plus de 50 p. 100 de dépassement des critères) est l'Abitibi, en raison principalement de l'activité minière. Dans le cas de la seconde catégorie (40-50 p. 100 de dépassement des critères), on retrouve l'embouchure de tributaires très agricoles (Rigaud, Achigan, Gentilly, Maskinongé, Ticouapé), les rivières influencées par de gros rejets industriels (Petite Shawinigan, Du Nord, Malbaie, Du Loup), de même que les cours d'eau affectés par l'effet combiné de municipalités industrialisées (Coaticook, Saint-Jean-sur-Richelieu, Granby) dans des zones agricoles. Les paramètres considérés ont été le cadmium, le chrome, le cuivre, le nickel, le plomb, le zinc, le fer et le manganèse.

La contamination de la chaîne alimentaire par les métaux

En ce qui concerne la contamination des sédiments et du biota, les métaux étudiés, tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome, le cuivre, le nickel et le zinc, ont été retrouvés dans les sédiments, les plantes aquatiques, les mollusques et les poissons entiers. Les teneurs retrouvées varient selon le niveau trophique et le métal considéré.

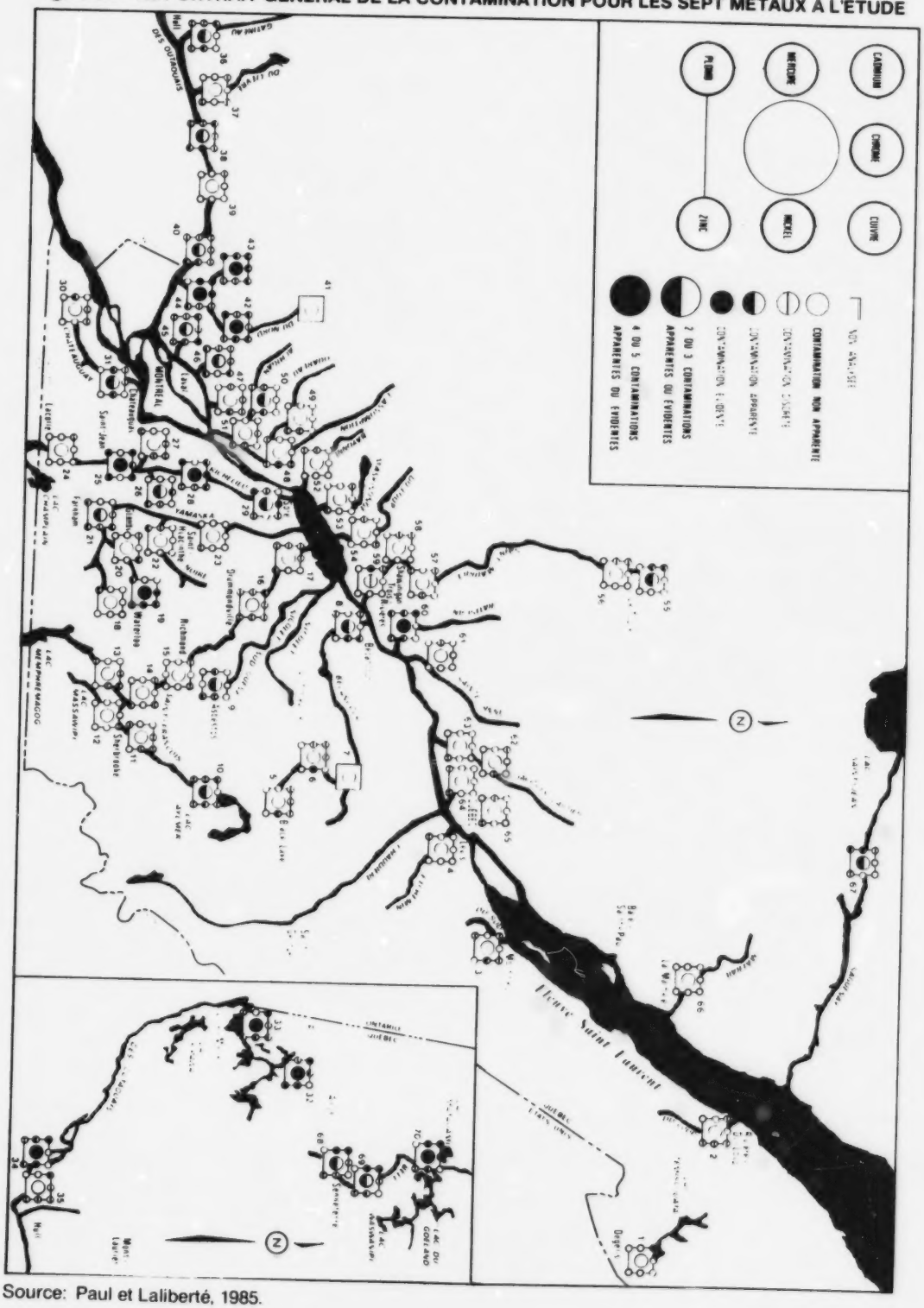
D'une manière générale, les teneurs de tous les métaux, exception faite du mercure, sont plus fortes dans les sédiments et les plantes aquatiques que dans les autres composantes environnementales. Les mollusques sont principalement contaminés par le cadmium et le zinc, alors que les poissons benthivores sont surtout contaminés par le plomb et le mercure. Les poissons piscivores, quant à eux, sont surtout contaminés par le mercure, le cadmium et le zinc, ce dernier étant particulièrement abondant chez les brochets. Seules les teneurs en mercure dans la chair et le poisson entier sont supérieures aux normes de mise en marché des produits comestibles du ministère de la Santé et du Bien-être social du Canada.

Dans plusieurs bassins versants, on observe une contamination par plusieurs métaux. Les stations présentant le plus grand nombre de contaminations (3 métaux ou plus) sont indiquées à la figure 3.6. Les tributaires particulièrement touchés par les métaux sont la rivière du Nord, la rivière Richelieu, la rivière Batiscan et la tête de la rivière Yamaska.

Figure 3.5 DÉPASSEMENT DES CRITÈRES DE QUALITÉ: MÉTAUX

Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité du milieu, aquatique, 1987.

Figure 3.6 LE PORTRAIT GÉNÉRAL DE LA CONTAMINATION POUR LES SEPT MÉTAUX À L'ÉTUDE



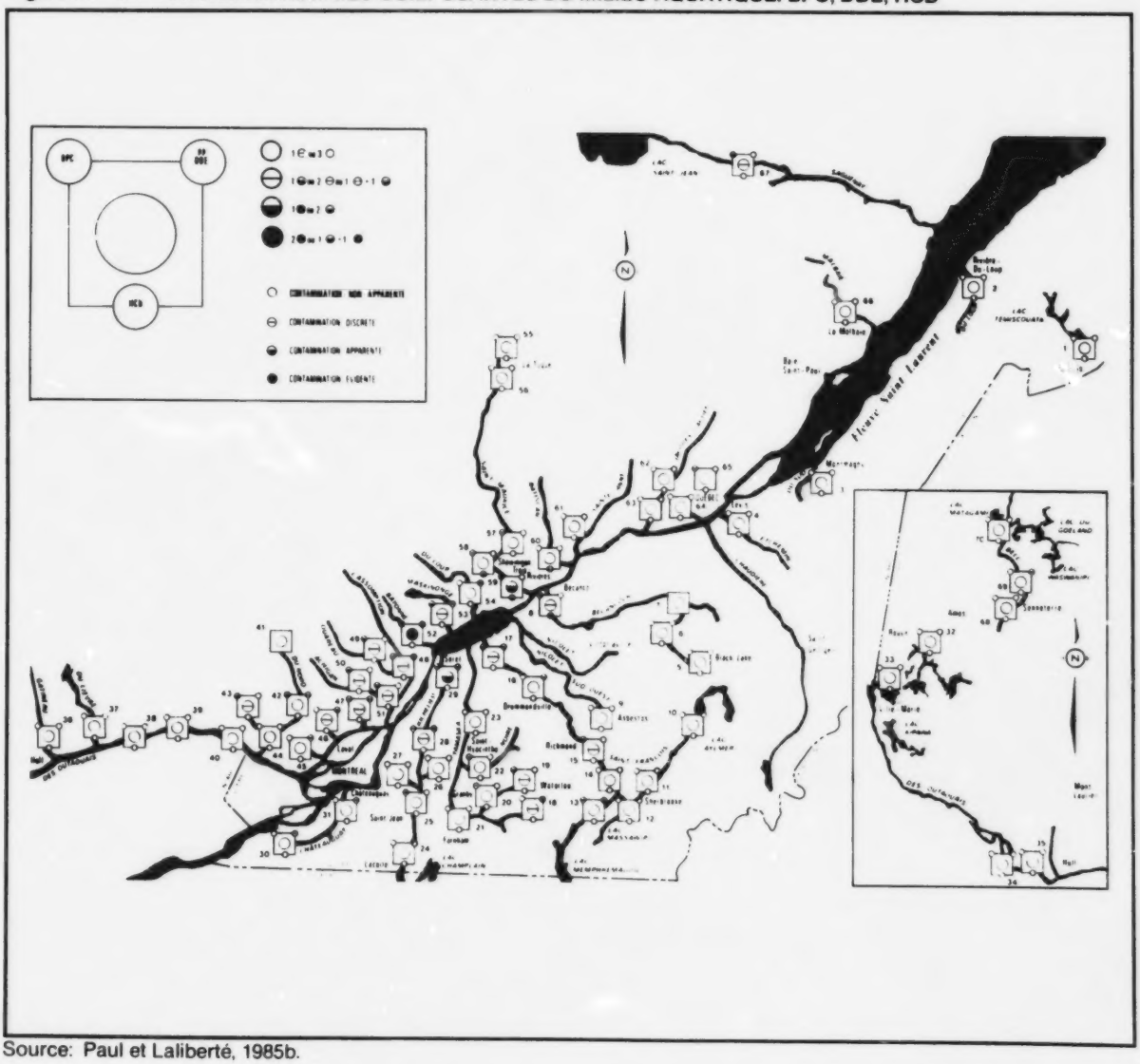
Source: Paul et Laliberté, 1985.

La contamination de la chaîne alimentaire par les polluants organiques

Parmi les substances organiques, les BPC ont été détectés dans toutes les composantes du milieu,poissons, plantes et sédiments,alors que le DDE se concentrait uniquement dans les poissons.

La carte synthèse présentée à la figure 3.7 permet de situer les rivières contaminées de façon apparente ou évidente par trois composés organochlorés (BPC, DDE et HCB). Ces rivières sont L'Assomption et ses tributaires, la Bayonne, la Saint-Maurice et la rivière Richelieu à son embouchure. Les endroits les plus touchés par la contamination due aux hydrocarbures aromatiques polycycliques sont la rivière Saguenay et la tête de la rivière Châteauguay.

Figure 3.7 LA CONTAMINATION DES COMPOSANTES DU MILIEU AQUATIQUE: BPC, DDE, HCB



Source: Paul et Laliberté, 1985b.

Le fleuve: eau et sédiments

En ce qui concerne le fleuve lui-même, les données récoltées indiquent que la qualité de l'eau varie d'un endroit à un autre. Elle est généralement meilleure dans le canal maritime. A proximité des rives, les effluents municipaux et industriels créent en effet des conditions particulièrement gênantes dans le voisinage de leur point de déversement ou de leur confluence. Ces conditions subsistent loin en aval, parce que le mélange des eaux se fait lentement.

Quant à la présence de métaux, (tableau 3.4) le cuivre est celui qui dépasse le plus souvent les critères. Le cadmium est aussi un élément que l'on retrouve dans les effluents industriels. Il est plus toxique que le cuivre. On observe que les concentrations excèdent de deux fois le critère de limite pour le plein usage (rivières des Mille Îles et des Prairies).

Les figures 3.8 A et B délimitent les aires de sédimentation et indiquent la nature des substances polluantes qui s'accumulent dans chacune d'elles. La zone aval du lac Saint-François est un site d'accumulation de polluants où l'on constate un enrichissement superficiel en mercure, en binéphyles polychlorés, en plomb et, à un degré moindre, en mercure, en zinc et en cuivre. Une étude récente de la qualité des sédiments du lac Saint-François démontre la présence significative de mercure, BPC et HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) provenant possiblement du lac Ontario, du tronçon international du fleuve et de la région de Cornwall-Massena.

Les sédiments de la partie centrale du lac Saint-Louis sont enrichis en mercure, en plomb et en zinc ainsi qu'en biphényles polychlorés et en matières organiques. Dans la zone préférentielle d'accumulation située au sud des îles de la Paix, on note également un enrichissement important en zinc, en plomb et en BPC (figure 3.9).

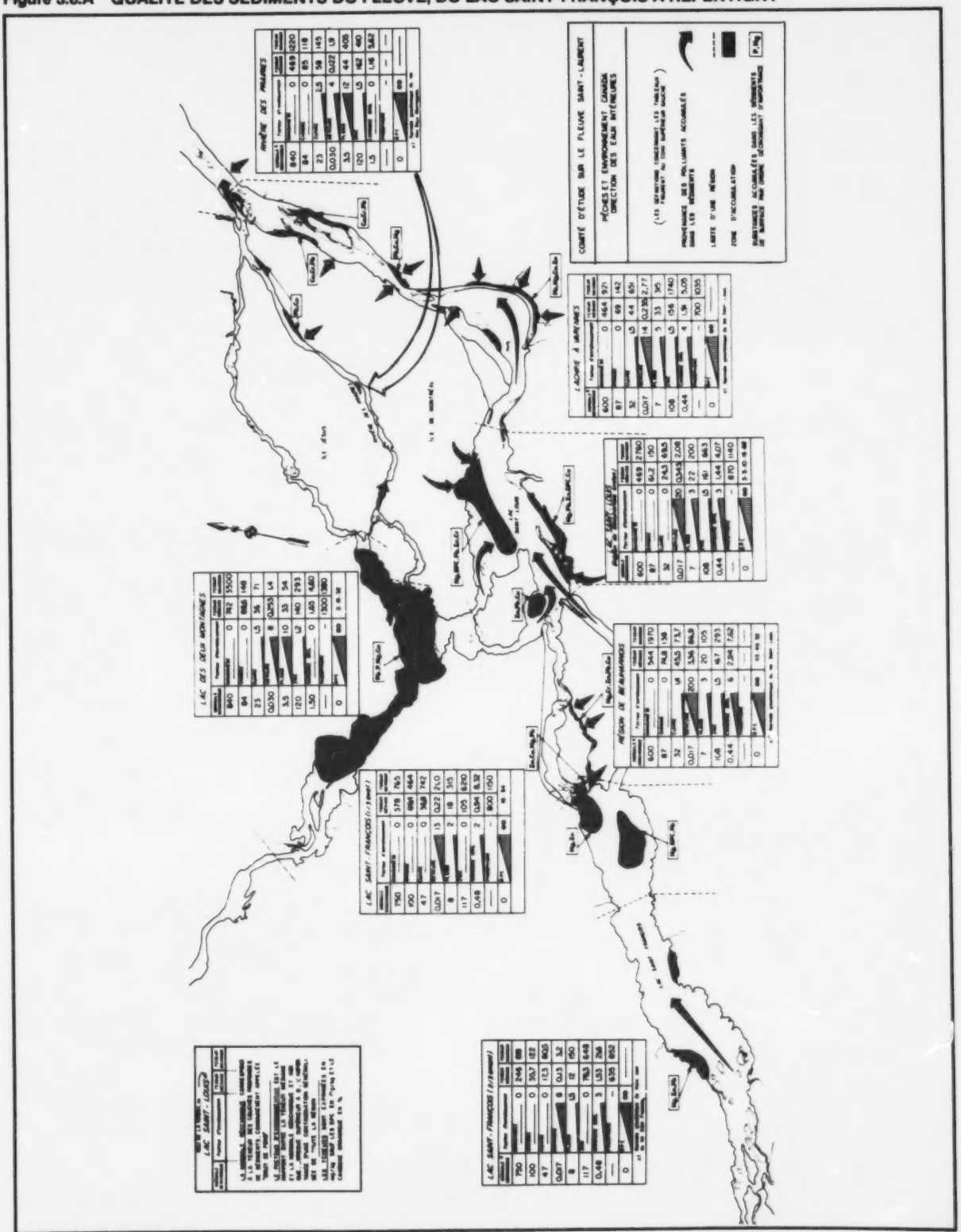
Tableau 3.4
Taux de dépassement des limites au plein usage de l'eau dans la partie fluviale et dans le haut estuaire du Saint-Laurent

Zones \ Concentration/limite au plein usage	CADMIUM Moyenne 1976		CUIVRE Moyenne 1976		FER Moyenne 1976		PHÉNOLS Moyenne 1976	
	A	B	A	B	A	B	A	B
. Lac Saint-Francois [1]								
. Baie de Valleyfield	-	-	-	-	-	-	-	-
. Sortie du lac Saint-Francois	-	-	-	-	-	-	-	-
. Lac Saint-Louis (nord)			2	2			90	90
. Lac Saint -Louis (Ile)							90	90
. Lac Saint-Louis (sud)			1	1			-	-
. Bassin la Prairie			1	1			120	110
. Petit bassin la Prairie [2]	-	-	-	-	-	-	-	-
. Port de Montréal			3	3			80	80
. Longueuil-Cap Saint-Michel (sud)	6	-		-		-	-	-
. Îles de Boucherville et Varennes	-	-	-	-	-	-	-	-
. Repentigny-Berthier (nord)							2540	90
. Cap Saint-Michel-Sorel (sud)		1			1	1	80	-
. Îles de Verchères [3]	-	-	-	-	-	-	-	-
. Îles de Sorel					1	2	-	-
. Lac Saint-Pierre (nord)		-		-	5	-	-	-
. Lac Saint-Pierre (sud)					2	2	-	-
. Trois-Rivières-Batiscan [4]	} 1	1	}		} 2	2	} -	-
. Batiscan-Québec [4]					2	1	-	-
. Lac Saint-Pierre-Lévis								
. Québec (rive nord)					1	1	-	-
. Lac des Deux-Montagnes (centre) [5]	-	-	-	-	-	-	-	-
. Lac des Deux-Montagnes (ouest) [5]	-	-	-	-	-	-	-	-
. Lac des Deux-Montagnes (est) [5]					2	1	-	-
. Rivière des Prairies (amont) [5]	2	2	10	10			110	110
. Rivière des Prairies (aval) [5]	1	1	8	8			130	130
. Rivières des Milles-Iles (amont) [5]	2	2	12	12	1	1	110	110
. Rivières des Milles-Iles (aval) [5]	1	1	27	27	1	1	100	100
. Limite au plein usage µ g/L	0,2		5		300		0,1	

1 Le lac Saint-François comprend la baie de Valleyfield et la sortie du lac en 1976
2 Le petit bassin La Prairie n'a pas été étudié en 1976
3 Les îles de Verchères sont comprises dans la zone : "Cap Saint-Michel-Sorel" en 1976
4 Ces deux zones sont regroupées en 1976
5 Étudiées en 1976 seulement
A Moyenne pour toutes les stations dans chaque zone
B Moyenne pour toutes stations représentatives de chaque zone

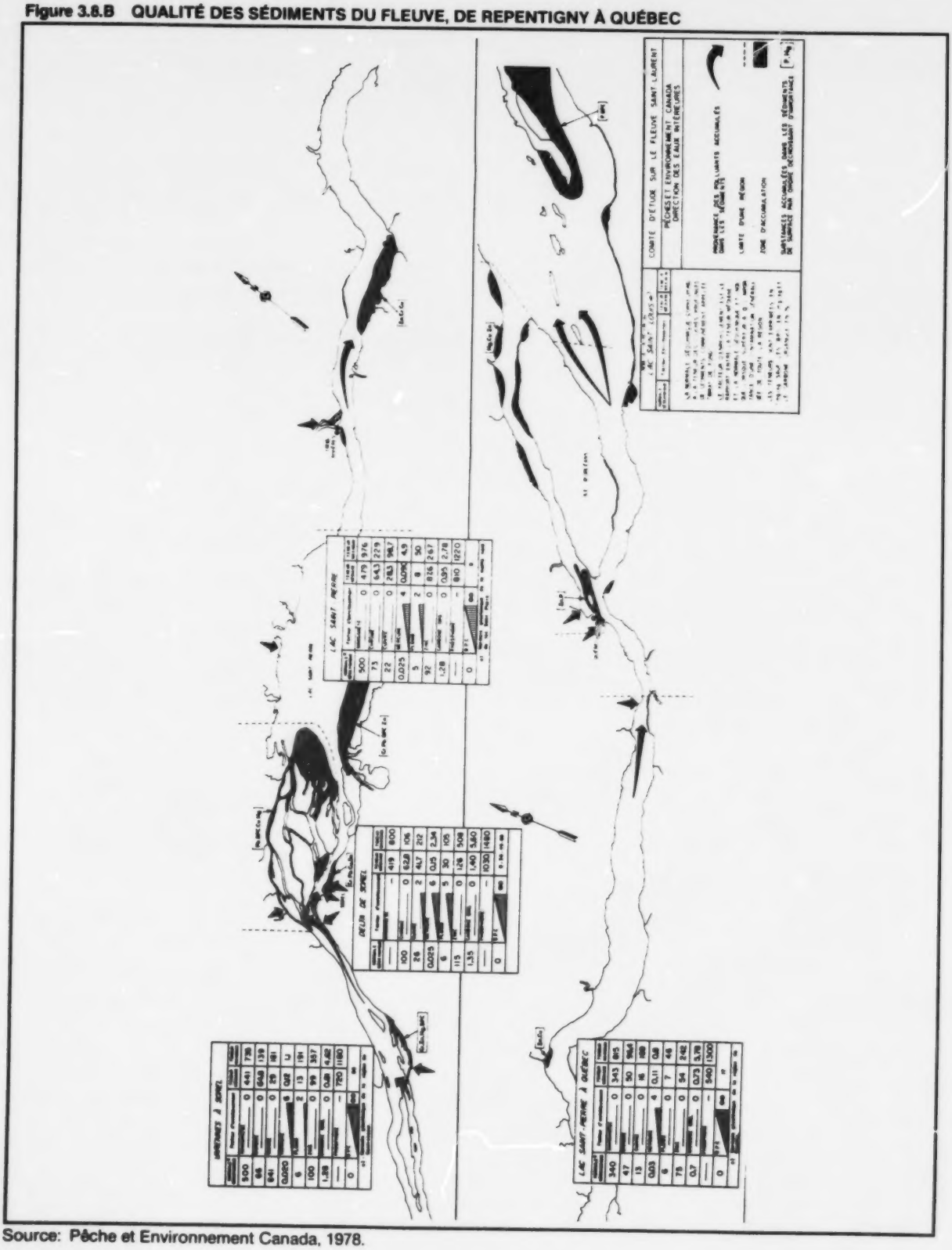
Environnement Canada 1984.B Les substances toxiques dans le moyen estuaire du Saint-Laurent

Figure 3.8.A QUALITÉ DES SÉDIMENTS DU FLEUVE, DU LAC SAINT-FRANÇOIS À REPENTIGNY



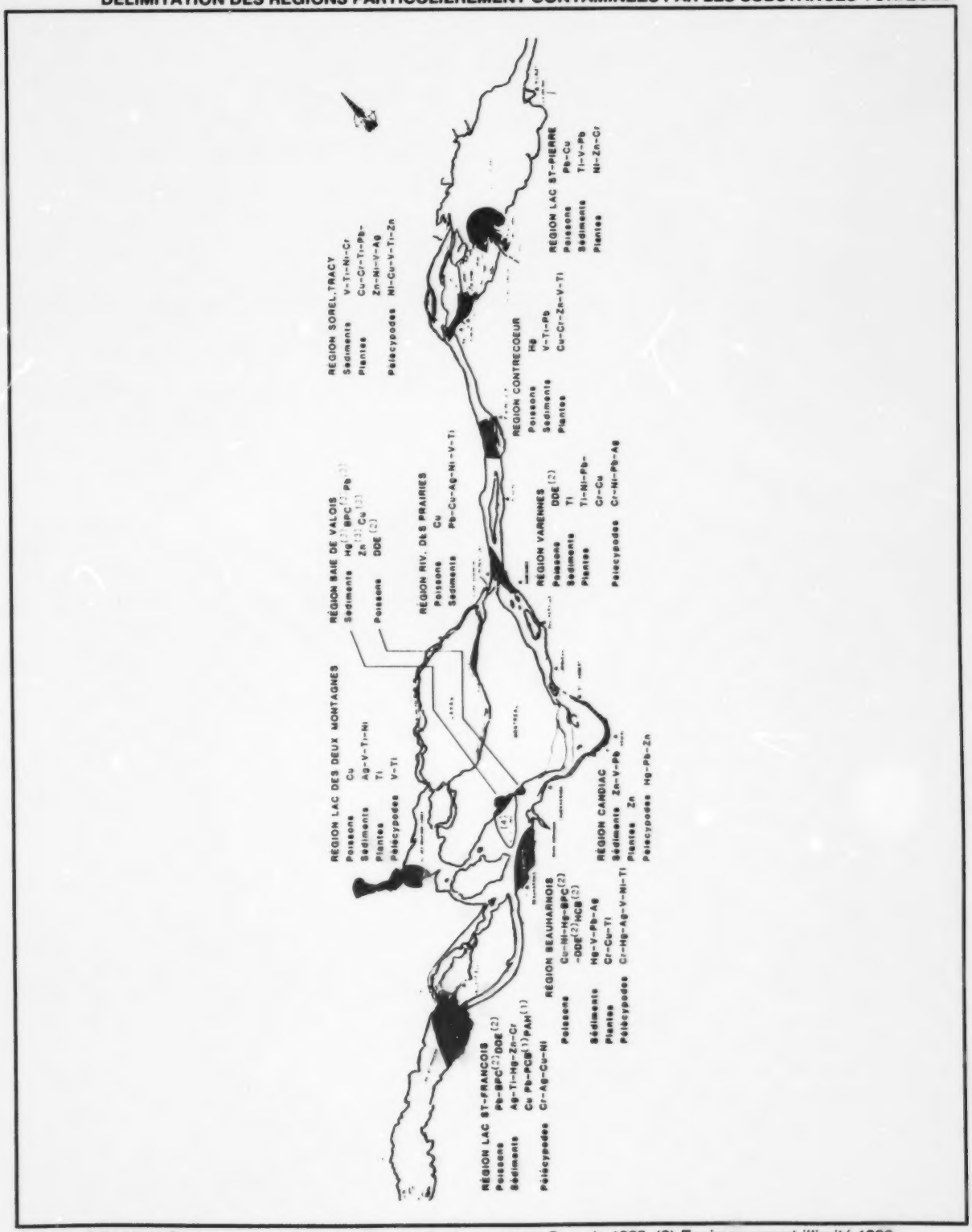
Source: Pêche et Environnement Canada, 1978.

Figure 3.8.B QUALITÉ DES SÉDIMENTS DU FLEUVE, DE REPENTIGNY À QUÉBEC



Source: Pêche et Environnement Canada, 1978.

Figure 3.9 FLEUVE SAINT-LAURENT.
DÉLIMITATION DES RÉGIONS PARTICULIÈREMENT CONTAMINÉES PAR LES SUBSTANCES TOXIQUES



Source: Adapté de Environnement Canada 1981, (1) Environnement Canada 1985, (2) Environnement illimité 1986, (3) Pêche et Environnement Canada 1978, (4) Jerry et al, 1985.

Dans le couloir fluvial, les zones préférentielles d'accumulation des polluants se trouvent du côté sud. La plus importante est située entre la voie maritime et le littoral de Laprairie où les apports industriels et municipaux ont augmenté la teneur en plomb, en cuivre, en zinc, en mercure et en chrome. Les deux autres zones d'importance sont le littoral, de Longueuil à Boucherville, et la région des îles de Contrecoeur. En règle générale, dans les autres secteurs du couloir fluvial, les vitesses des courants ne permettent pas la déposition des particules fines; cela implique que l'effet des égouts de Montréal se fait sentir jusqu'au delta de Sorel.

Dans l'estuaire fluvial s'étendant jusqu'à Montmagny, les aires de sédimentation sont très limitées. Seule la région de Gentilly, sous l'action combinée de la marée, des hauts fonds naturels et de la jetée, est une zone d'accumulation de polluants.

Dans le voisinage de Québec et de l'archipel de Montmagny, on constate principalement un enrichissement en BPC dans les zones d'accumulation de sédiments fins, tandis que les métaux n'y présentent pas de teneurs élevées par rapport à la normale géochimique.

Le fleuve: contamination des poissons

La dissémination des substances toxiques a conduit non seulement à la contamination des sédiments mais aussi à celle du biota. Les données sur la contamination du poisson sont présentées au chapitre 6 sur la faune et la flore à la section de la contamination par les produits toxiques. Le tableau 3.5 résume la concordance de la présence de substances dangereuses dans l'eau, les sédiments et les organismes du fleuve.

TABLEAU 3.5

Concordance de la présence de substances dangereuses dans les sédiments et dans l'eau et leur accumulation dans les organismes aquatiques

Régions	Présence de substances dangereuses dans la chaîne alimentaire			Présence de substances dangereuses dans les sédiments	Présence de substances dangereuses dans l'eau	
	Plantes [1]	Pélécypodes [1]	Poissons		Limites	Risques
Lac Saint-François			BPC Hg	BPC Hg		
Lac des Deux Montagnes	Cu	Pb		Pb Cu		
Lac Saint-Louis (nord)	Pb Zn Cu	Zn		Pb Zn Cu		
Lac Saint-Louis (sud)	Cd	Hg Cr	Hg BPC	Hg BPC		Cd, Cr Hg, BPC
Couloir fluvial						
Montréal-Sorel (nord)	Cu		Hg		Cu	Cu
Montréal-Sorel (sud)	Cr	Pb Zn	Hg BPC	Cr, Hg, Pb BPC, Zn		Cr
Delta de Sorel	Cu			Cu, Pb, Hg		
Lac Saint-Pierre (sud)	Cr			Cr, Pb, Cu, Zn		Cr

1 Les substances organochlorées n'ont pas été analysées dans le tissu des plantes et la chair des pélécypodes

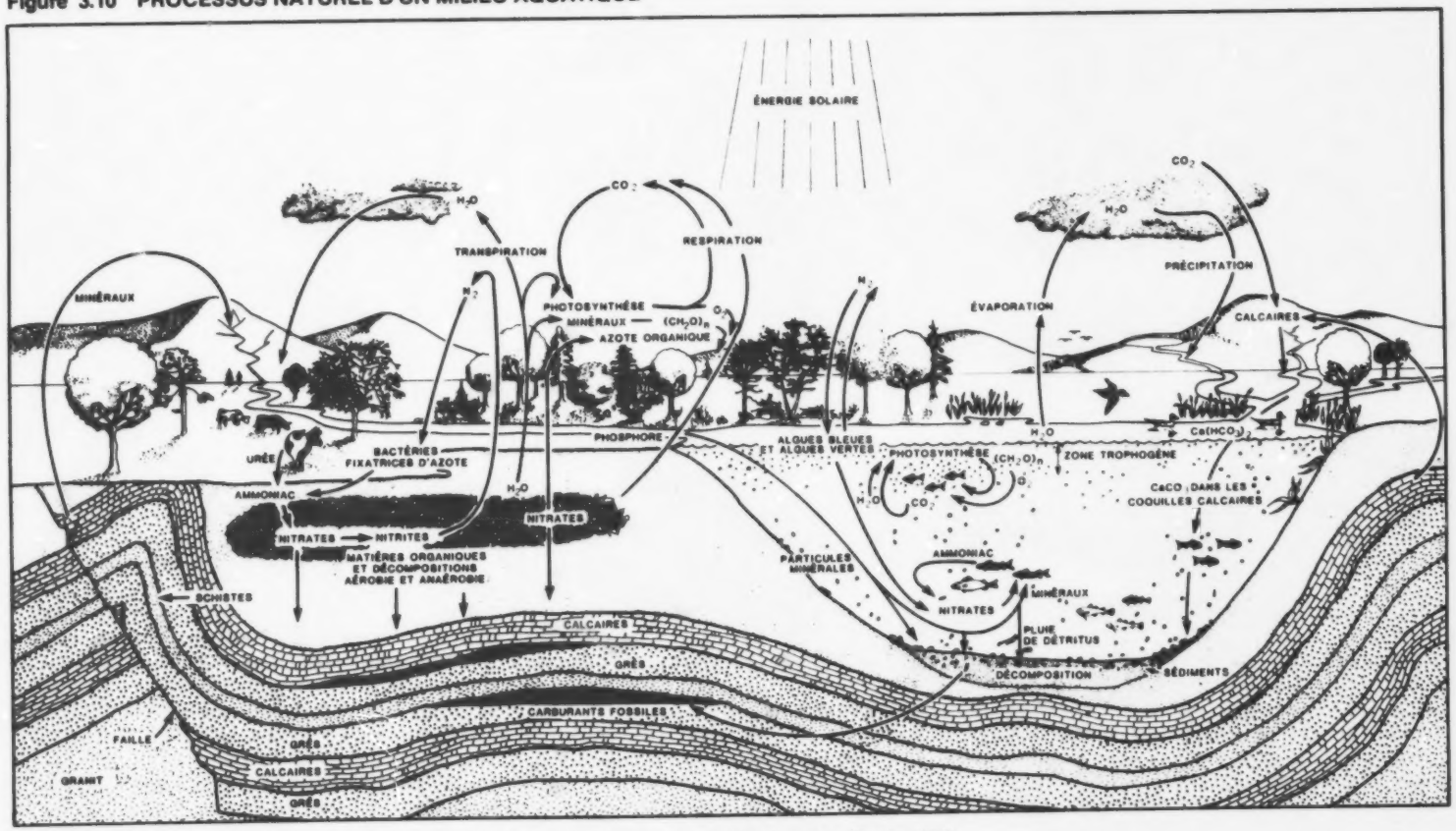
Source: Comité d'études sur le fleuve Saint-Laurent 1978

3.1.3 Le vieillissement et la productivité des cours d'eau

3.1.3.1 Le vieillissement

L'eutrophisation, ou vieillissement d'un écosystème aquatique, est à la base un phénomène naturel qui peut s'étendre sur plusieurs milliers d'années. Au cours de ce processus, le milieu aquatique devient de plus en plus pourvu en éléments nutritifs. Il en résulte un accroissement des organismes et de la matière organique. Tel que l'illustre la figure 3.10, un lac passe alors graduellement du stade oligotrophe (jeune) au stade eutrophe (vieillissement). Ces changements se traduisent par une perte de qualité du milieu aquatique et de ses usages, par exemple les activités récréatives ou l'utilisation comme source d'eau potable.

Figure 3.10 PROCESSUS NATUREL D'UN MILIEU AQUATIQUE



Dessin réalisé par Claude Létourneau et inspiré de: The Biosphere. A Scientific America Book, 1970.

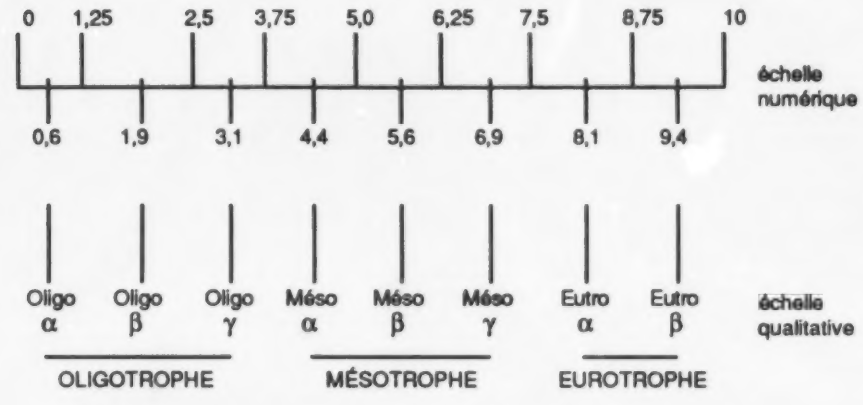
L'activité humaine est sans contredit la principale cause d'accélération du processus de vieillissement prématuré. Les matières organiques provenant des égouts privés et municipaux ont pour premier résultat d'augmenter la production primaire. Si une telle augmentation est considérée comme un objectif dans les milieux agricoles et forestiers, elle devient un signe de déséquilibre dans le milieu aquatique.

Au terme de leur saison de croissance, les algues et les macrophytes dépérissent et meurent. Leur biodégradation nécessite beaucoup plus d'oxygène qu'il n'y en a habituellement de disponible dans le milieu, entraînant ainsi un déficit en oxygène dans les zones plus profondes. On assiste donc à une minéralisation incomplète des substances organiques. De plus, ces conditions favorisent la remise en circulation, entre autres, d'éléments nutritifs comme le phosphore et l'azote. Ainsi, lors du brassage printanier et automnal, la concentration de ces deux éléments dans les lacs peut s'avérer assez importante pour favoriser l'éclosion des fleurs d'eau (bloom) aussi tard qu'en octobre et novembre.

Au cours des différentes études effectuées sur les lacs et rivières du Québec, un certain nombre d'outils de classification et d'évaluation du niveau de vieillissement des plans d'eau ont été mis au point. Parmi ceux-ci, mentionnons la "cote trophique", qui est essentiellement une méthode numérique d'évaluation de l'état trophique des lacs.

On retrouve, à la figure 3.11, l'échelle numérique et qualitative reliée à cette méthode d'évaluation.

FIGURE 3.11
Échelle numérique et qualitative de la cote trophique



Source: Mathieu, P. et al., 1979.

C'est ainsi que plus le niveau de vieillissement est élevé, plus la cote se rapproche du chiffre 10. Utilisée à intervalles réguliers, cette méthode permet de vérifier des changements du niveau trophique d'un lac et d'en rechercher les causes. On peut considérer la cote trophique comme un indicateur synthétique de l'état d'un lac.

La cote trophique a été calculée pour 152 lacs (tableau 3.6). Bien que les lacs étudiés ne soient pas répartis uniformément dans les régions, le plus grand nombre de lacs de cote trophique élevé dans les régions 03, 04 et 05 réflète le développement de la villégiature dans ces régions. Le grand nombre de lacs mésotrophes pourrait laisser supposer que le processus d'eutrophisation sur les lacs exploités est en marche. Un suivi, à quelques années d'intervalle, nous permettrait de vérifier cette hypothèse.

Un échantillon de 334 lacs a été étudié en utilisant une relation qui permet d'associer la concentration en phosphore au printemps au niveau trophique d'un lac. Les résultats apparaissent au tableau 3.6. Les lacs oligotrophes représentent plus de 60 p. 100 des lacs étudiés alors que les lacs mésotrophes ne comptent plus que pour 27 p. 100. Dans l'étude précédente réalisée à partir d'un sous échantillon de 152 lacs les lacs mésotrophes comptaient pour 76 p. 100. Une donnée malheureusement non disponible, soit le nombre de chalets autour de chaque plan d'eau, permettrait de mieux apprécier la relation entre le phénomène d'eutrophisation des lacs et la villégiature.

TABLEAU 3.6

Distribution des lacs par régions hydrographiques en fonction de la cote trophique et approximation du niveau trophique selon la concentration en phosphore.

RÉGIONS / MODE D'ÉVALUATION	01	02	03	04	05	06	07	08	RÉSUMÉ Nb. de lacs	RÉSUMÉ pourcentage
Cote trophique										
Oligotrophe (0 - 3,75)	2,7/2	3/1	1,8/2	3,2/8	3,1/1	2,0/1	2,6/4	/0	19	13
Mésotrophe (3,76 - 7,5)	5,6/5	6,1/9	6,2/14	5,9/37	5,7/35	4,9/9	5,3/4	5,6/3	116	76
Eurotrophe (7,6 - 10)	7,6/1	8,8/5	8,6/4	9,1/4	8,6/3	/	/	/0	17	11
Nombre de lacs	8	15	20	49	39	10	8	3	152	100
Niveau trophique selon la concentration en phosphore										
Oligotrophe (0 - 3,75)	9	14	7	110	56	8	9	2	212	63
Mésotrophe (3,76 - 7,5)	3	9	5	44	19	4	3	2	89	27
Eurotrophe (7,6 - 10)		3	8	9	8	2	1	1	32	10
Nombre de lacs	12	27	20	163	80	14	13	5	334	100

Source: Ministère de l'Environnement, Direction des stratégies et des politiques environnementales, 1987.

3.1.3.2 La productivité des lacs et des cours d'eau

La problématique

Les mesures de production, productivité, biomasse, rendement et de chlorophylle ont été utilisées depuis longtemps dans les études de lacs et de rivières. Ces paramètres peuvent servir dans le cadre de programmes spécifiques, tels que les réseaux de surveillance, à mesurer l'évolution temporelle de la qualité de l'eau et du milieu, à déterminer les impacts des interventions sur le milieu aquatique ou tout simplement à acquérir des connaissances de base sur les écosystèmes aquatiques.

L'état de nos connaissances

C'est durant les années 1970 à 1980 que le plus grand nombre de ces mesures furent effectuées dans les différents plans d'eau du Québec et plus spécifiquement à l'intérieur de certains grands projets tels que celui du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, le Programme de connaissances intégrées ainsi que les réseaux de base en lac et en rivière sans oublier les études écologiques réalisées sur le territoire de la Baie-James. Mentionnons aussi les études sur la productivité de la rivière Saguenay ainsi que celle conduite par INRS-EAU sur la productivité biologique du lac Saint-Jean.
On retrouve au tableau 3.7 quelques caractéristiques de la production primaire en regard du niveau trophique des lacs.

Le lac Saint-Jean

L'étude sur la productivité biologique des eaux du lac Saint-Jean de l'INRS-EAU s'est limitée à deux paramètres, soit la mesure du potentiel de fertilité et la détermination de la teneur en chlorophylle. Nous ne présentons ici que la mesure de la chlorophylle.

La chlorophylle

Les teneurs maximales en chlorophylle sont en général observées au cours des mois de juillet et août. Les rivières agricoles, à l'exception de la rivière à l'Ours, ont tendance à supporter des concentrations plus élevées que celles mesurées dans les tributaires forestiers. (tableau 3.8)

TABLEAU 3.7

Valeur de certains paramètres biologiques reliés au niveau trophique des milieux aquatiques

Niveau trophique	Productivité primaire moyenne ($mgCm^{-2} J^{1}$)	Densité phytoplanctonique ($cm^3 m^{-3}$)	Biomasse phytoplanctonique ($mgC m^3$)	Chlorophylle "a" $mg\ m^{-3}$	Famille de phytoplancton
Ultra-oligotrophe	50	1	50	0,01-0,5	
oligotrophe	50-300		20-100	0,3-3	Chrysophycees Cryptophycees
Oligo-mésotrophe		1-3			Dinophycees Bacillariophycees
Mésotrophe	250-1000		100-300	2-15	
Méso-eutrophe		3-5			
Eutrophe	1000		300	10-500	Bacillariophycees Cyanophycees
Hypereutrophe		10			Chlorophycees Euglenophycees
Dystrophe	50-100		50-200	0,1-10	

Source: Adapté de Wetzel, 1975.

TABLEAU 3.8

Concentration en chlorophylle "a" totale Tributaires du lac Saint-Jean, 1975

	Chlorophylle "a" $mg\ m^{-3}$	Niveau trophique
Rivières à caractères agricoles:		
. section nord	6,7	Mésotrophe
. section sud	5,1	Mésotrophe
Rivières à caractères forestiers:		
. section nord	2,2	Oligotrophe
. section sud	1,7	Oligotrophe

Source: Adapté de Jones et Al. 1979

Dans le lac, les valeurs sont, dans l'ensemble, faibles. Il existerait cependant des secteurs à l'embouchure de certains tributaires agricoles, où les concentrations en chlorophylle sont plus élevées.

Le tableau 3.9 présente les résultats concernant des analyses de productivité primaire et de biomasse phytoplanctonique sur quatre lacs du territoire de la Baie-James.

TABLEAU 3.9

Densité de peuplement, biomasse de phytoplancton et productivité primaire dans quatre lacs du territoire de la Baie-James du 19 au 22 juillet 1973

Lacs	Cellules / L X 10 ^{3}	Biomasse mg m $^{-3}$	Productivité mgC m $^{-2}$ jour $^{-1}$
Attila	186	171	134
Yasinski	234	192	126
Sakami	112	118	165
Bérézluk	76	98	183

Source: Magnin, 1977

Le tableau suivant (3.10) permet de comparer la productivité primaire de lacs de la baie James à quelques autres lacs situés sur le bouclier canadien.

On retrouvera en plus, au tableau 3.11, des résultats d'analyses similaires effectuées sur deux rivières de ce même territoire.

TABLEAU 3.10

Productivité primaire dans quelques lacs du bouclier canadien

Lacs	Productivité mgC m $^{-2}$ jour $^{-1}$
4 lacs du territoire de la Baie-James	126-183
Lacs du Labrador	46-257
ELA, Nord-ouest de l'Ontario	100-900
Grand lac des Esclaves	98
Lac Winnipeg	30
Grand lac de l'Ours	6-252

Source: Magnin, 1977

TABLEAU 3.11

Productivité, chlorophylle et biomasse planctonique pour deux rivières du territoire de la Baie-James

	Rivière Opinaca 1979*	Rivière Opinaca 1980**	Petite rivière Opinaca 1979*	Petite rivière Opinaca 1980**
Production primaire mgCm $^{-2}$ J $^{-1}$	---	36,16	---	77,49
Production primaire mgCm $^{-2}$ h $^{-1}$	3,96	3,72	3,37	8,30
Chlorophylle "a" (mg m $^{-3}$)	1,38	5,36	1,64	4,44
Biomasse des algues (mg m $^{-3}$)	296,2	60,2	598,4	1100

* 1979: avant le détournement
** 1980: après le détournement

Source: Laplerre, 1982

Le Saguenay

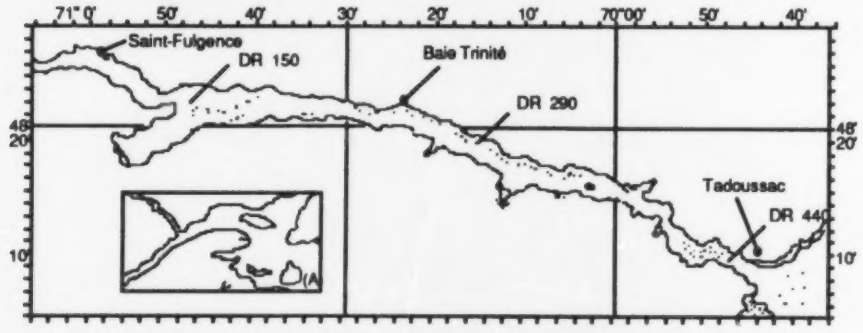
Le Saguenay se démarque des autres affluents du fleuve Saint-Laurent selon plusieurs aspects. Mentionnons son débit très important, la présence d'un fjord d'une centaine de kilomètres de longueur où se font sentir les effets de la marée, une faune et une flore particulières, des conditions physico-chimiques et dynamiques uniques parmi les affluents du fleuve.

La figure 3.12A présente l'emplacement des stations d'échantillonnages.

Les valeurs de la chlorophylle "a" n'excèdent jamais 1,5 mg m^{-3} (figure 3.12B). Les valeurs les plus élevées apparaissent à la mi-juin et au début de septembre en amont et de juillet à septembre dans les autres parties du Saguenay. Les valeurs maximales de la partie centrale et de l'aval sont beaucoup plus faibles que celles de l'amont mais persistent plus longtemps qu'en amont.

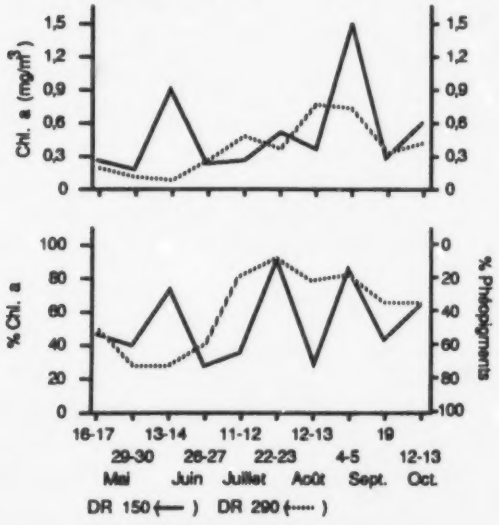
FIGURE 3.12

CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS SUR LE SAGUENAY.



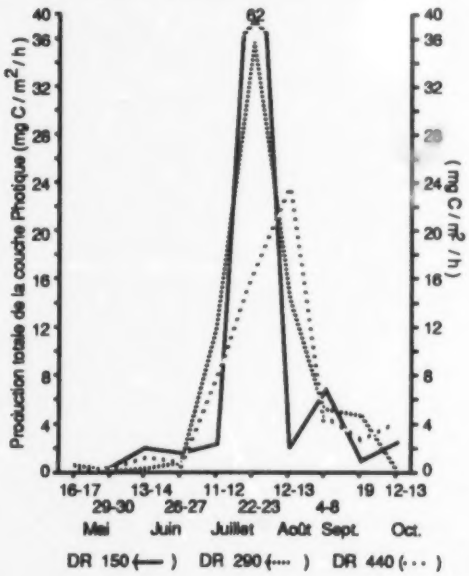
A. Carte du Saguenay montrant les stations d'échantillonnage. Le cartouche représente l'ensemble du golfe du Saint-Laurent.
Source: Côté et Lacroix, 1979.

B. Variations saisonnières de la chlorophylle a et des phéopigments dans les eaux de surface du Saguenay. (Côté et Lacroix, 1979).



Source: Coté et Lacroix, 1979

C. Variations saisonnières des taux horaires de production primaire totale (mg C / m^2 / H) de la couche photique du Saguenay .
Source: Côté et Lacroix, 1979).



Dans tout le Saguenay, les taux de production primaire sont très faibles en mai et juin (figure 3.12 C). A l'amont, les valeurs demeurent très basses jusqu'à la mi-juillet et l'on observe une forte mais brève poussée à la fin de juillet.

Afin de mieux saisir la très faible productivité de ce milieu, il est intéressant de le comparer à quelques autres valeurs obtenues dans des eaux adjacentes ou pour des zones côtières situées environ sous les mêmes latitudes (tableau 3.12).

TABLEAU 3.12

Production primaire comparée pour différentes régions en mgC m^{-2} j^{-1}

SAGUENAY (Côté et Lacroix, 79)	0,1	-	166
ESTUAIRE SAINT-LAURENT (Steven, 74)	500	-	6 400
BAIE-DES-CHALEURS (Legendre, 71)	290	-	2 960
FJORD GROENLAND (Sleemond Nielsen, 58)		-	1 200
COLOMBIE-BRITANNIQUE (Gelmorten, 71)	24	-	3 700
NORVÈGE (Sohslauy, 76)		jusqu'à	4 000

Source: Adapté de Côté et Lacroix, 1979

Le fleuve Saint-Laurent et ses tributaires

La meilleure synthèse des données d'inventaires du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires demeure celle issue des travaux du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent en 1975 et 1976. Les analyses ont été effectuées sur 164 stations entre Cornwall et Québec, et les prélèvements ont été effectués entre les mois de juin et septembre 1976.

Un tableau de classification de la qualité de l'eau (tableau 3.13) permet de faciliter l'interprétation de ces données. Environ 50 p. 100 des tributaires dont le bassin de drainage est supérieur à 100 km^2 présentent des niveaux de production phytoplanctonique élevés. Ils sont globalement situés dans la région montréalaise et sur les rives sud du lac Saint-Pierre et de la région de Québec. Leur teneur en chlorophylle nous permet de les classer en trois groupes: oligotrophe, mésotrophe, eutrophe.

TABLEAU 3.13

Classification de la qualité de l'eau en fonction des moyennes estivales de la chlorophylle et de la biomasse

Chlorophylle "a" moyenne mg m^{-3}		Biomasse moyenne mg $^{-3}$		Force de la production	Niveau trophique	Qualité de l'eau
Vollenweider	Modifié	Granberg	Modifié			
0-4,4	0-2,2	0-300	0-250	Très faible	Oligotrophie	Très bonne
	2,2-4,4		250-500	Faible		Bonne
4,4 - 8,8	4,4-6,6		500-800	Moyenne	Mésotrophie	Passable
	6,6-8,8		800-1000			Médiocre
> 8,8	8,8-21	1200 à 6000	1100-1900	Élevée	Eutrophie	Mauvaise
	> 21		> 1900	Très élevée		Très mauvaise

Source: Provencher, M. 1977

Les résultats d'analyses ont été regroupés en deux tableaux; un pour les tributaires (tableau 3.14) et l'autre (tableau 3.15) pour les lacs (des Deux Montagnes, Saint-François et Saint-Pierre) les rivières (Mille îles et des Prairies) et le fleuve. On retrouvera, associée aux données de chlorophylle et de biomasse, une appréciation globale de la qualité des eaux et du niveau trophique du secteur.

Dans l'ensemble, exception faite de certaines zones hautement ou très faiblement productives, le fleuve proprement dit (secteurs 1,4,5 exclus) supporte une production phytoplanctonique moyenne. La production d'origine (secteur 1) est comparable à celle du lac Ontario et ne s'élève que faiblement de Cornwall à Québec. D'une manière générale, la production du fleuve (les 13 secteurs inclus) est inférieure à la

majorité des tributaires; la production de la voie maritime cependant ne présente pas de différence significative avec la production des berges (tableau 3.12).

On peut retenir quelques grandes caractéristiques:

- l'augmentation de la production dans l'axe Cornwall-Québec est graduelle;
- globalement la qualité de l'eau du fleuve est de passable à médiocre et change peu sauf dans les zones de fortes productions où les distributions de base sont grandement altérées;
- la production du fleuve est limitée en grande partie par les nutriments.

TABLEAU 3.14

ÉVALUATION DU NIVEAU TROPHIQUE DE CERTAINS TRIBUTAIRES DU FLEUVE SAINT-LAURENT À L'AIDE DE PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

	RIVIÈRE	CHLOROPHYLLE a mg/m³ $\bar{x}$	BIOMASSE PHYTOPLANCTONIQUE $\bar{x}$	DIVERSITÉ phytoplanctonique $\bar{x}$	CLASSIFICATION TROPHIQUE SELON LES ALGUES	APPRÉCIATION GLOBALE DE L'EAU
1er groupe OLIGOTROPHE	Montmorency	1,6	59	3,36	Oligo - mésotrophe	Très bonne - bonne
	Sainte-Anne	2,6	169	3,16	Mésotrophe	Très bonne
	Jacques-Cartier	2,7	139	2,87	Oligo - mésotrophe	Très bonne
	Saint-Maurice	3,2	194	3,16	Oligo - mésotrophe	Très bonne
	Petite du Chêne	3,3	481	1,72	Méso - eutrophe	Bonne - passable
	Du Loup	3,4	278	3,09	Oligo - mésotrophe	Bonne - passable
	Maskinongé	3,5	112	3,34	Méso - eutrophe	Bonne - passable
	Outaouais	4,1	257	3,03	Méso - eutrophe	Bonne - passable
2ième groupe MÉSOTROPHE	Saint-Charles	4,2	649	3,22	Méso - eutrophe	Passable - médiocre
	Champlain	4,7	250	3,09	Mésotrophe	Passable
	Yamachiche	5,0	424	2,19	Méso - eutrophe	Passable - médiocre
	Portneuf	5,3	226	2,98	Méso - eutrophe	Passable - médiocre
	Richelieu	5,8	404	3,39	Mésotrophe	Passable
	Chateauguay	6,6	423	2,80	Mésotrophe	Médiocre - mauvaise
	Du Chêne	6,6	1579	1,43	Méso - eutrophe	Mauvaise
	Chaudière	6,6	1890	2,04	Méso - eutrophe	Médiocre - mauvaise
	Bécancour	9,0	1658	2,72	Méso - eutrophe	Mauvaise
3ième groupe EUTROPHE	Assomption	9,2	662	3,44	Eutrophe	Mauvaise - très mauvaise
	Batiscan	9,8	129	2,36	Oligo - mésotrophe	Médiocre - passable
	Etchemin	9,9	1074	0,96	Méso - eutrophe	Mauvaise
	Gentilly	10,6	255	1,86	Eutrophe	Mauvaise
	Saint-Louis	11,4	538	2,87	Méso - eutrophe	Médiocre - mauvaise
	Saint-François	12,3	1897	2,87	Eutrophe	Mauvaise
	Nicolet	13,0	1561	1,91	Eutrophe	Mauvaise
	Delisle	15,8	568	2,09	Eutrophe	Mauvaise
	Du Nord	16,4	1266	3,46	Eutrophe	Mauvaise
	Mascouche	16,8	797	2,00	Eutrophe	Mauvaise
	Yamaska	26,1	506	2,13	Eutrophe	Très mauvaise
	Riggaud	39,7	6621	0,89	Eutrophe	Très mauvaise
	Bayonne	58,6	3093	2,45	Eutrophe	Très mauvaise

Source: Comité d'étude sur le Saint-Laurent. Rapport technique #9

TABLEAU 3.15

ÉVALUATION DU NIVEAU TROPHIQUE DE LA QUALITÉ DES EAUX
DU FLEUVE SAINT-LAURENT À L'AIDE DE CERTAINS PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

SECTEUR	RIVIÈRE	Chlorophylle "a" mg. m-3	Biomasse phytoplanctonique	Diversité	Classification trophique selon les algues	Appréciation globale de l'eau
		$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
1	Lac des Deux Montagnes	7,5	803	2,68	Méso-eutrophe	Passable - mauvaise
2	Lac Saint-François	4,0	387	2,31	Oligo-mésotrophe	Bonne - passable
3[a]	Lac Saint Louis (sud)	5,6	374	2,38	Oligo-mésotrophe	Passable
3[b]	Lac Saint Louis (nord)	5,11	367	2,62	Oligo-mésotrophe	Passable - médiocre
4	Rivière des Prairies	2,4	158	2,68	Méso-eutrophe	Bonne - médiocre
5	Rivière des Mille Îles	4,4	670	2,42	Méso-eutrophe	Bonne - mauvaise
6[a]	Couloir fluvial partie Sud	4,9	486	2,53	Méso-eutrophe	Passable
6[b]	Couloir fluvial partie Nord	4,9	317	2,96	Méso-eutrophe	Passable - médiocre
7[a]	Lac Saint-Pierre (Sud)	9,6	478	2,39	Méso-eutrophe	Médiocre - mauvaise
7[b]	Lac Saint-Pierre (Nord)	10,4	860	2,70	Méso-eutrophe	Médiocre - très mauvaise
8[a]	Trois-Rivières Québec (Sud)	6,8	626	2,73	Eutrophe	Médiocre
8[b]	Trois-Rivières Québec (Nord)	5,3	603	3,26	Oligo-eutrophe	Bonne - médiocre
9	Québec	6,7	735	2,36	Eutrophe	Médiocre

Source: Comité d'étude sur le St-Laurent.

Les lacs du Québec méridional

À partir d'un échantillon d'un peu plus de 350 lacs, nous avons relevé les paramètres chlorophylle "a", poids de seston et phosphore total, afin d'apprécier la productivité des lacs du Québec méridional. Les résultats sont présentés au tableau 3.16. Comme nous pouvons le remarquer, les coefficients de variation sont assez élevés, ce qui est assez normal étant donné que le regroupement des lacs est fait en fonction des régions hydrologiques plutôt qu'en fonction du niveau trophique. Si on considère tout de même les moyennes, on s'aperçoit que, selon les valeurs du tableau 3.16, la productivité de ces lacs ainsi regroupés peut être classée comme faible à très faible. La région 03 est celle qui présente la valeur moyenne la plus élevée, ce qui correspond bien à la connaissance que nous avons des lacs de cette région. En effet, les lacs de l'Estrie sont connus pour avoir une productivité primaire plus élevée que dans les autres régions.

TABLEAU 3.16
Quelques paramètres de la productivité des lacs du Québec méridional

		01	02	03	04	05	06	07	08
Chlorophylle	"a" mg. m^{-3}								
	$\bar{x}$	1,50	2,87	4,53	2,83	1,971	2,31	1,69	1,78
	S*	0,54	2,49	2,77	2,59	2,30	2,25	0,76	0,76
	CV**	36%	87%	61%	92%	117%	97%	45%	43%
	Nombre de lacs	12	20	15	173	79	14	13	5
Seston	mg. m^{-3}								
	$\bar{x}$	77,47	134,4	124,37	58,75	63,38	52,76	31,88	37,58
	S	39,45	166,1	228,31	40,18	86,86	44,07	17,0	13,05
	CV	51%	123%	184%	69%	137%	84%	53%	35%
	Nombre de lacs	3	24	20	180	85	14	14	5
Phosphore total	mg. l^{-1}								
	$\bar{x}$	0,008	0,012	0,022	0,011	0,012	0,011	0,009	0,013
	S	0,003	0,014	0,023	0,028	0,024	0,008	0,005	0,006
	CV	38%	117%	105%	255%	200%	73%	56%	46%
	Nombre de lacs	12	29	20	172	82	14	14	5

Ministère de l'Environnement Québec, 1987.

* Dispersion des valeurs autour de la moyenne
** Rapport variance (S) sur moyenne

3.1.4 Les crues et les étiages

Parce qu'il y voyait de nombreux avantages, l'homme a toujours eu tendance à s'installer à proximité des cours d'eau. Par ignorance des phénomènes naturels reliés à l'eau, il s'est donc lui-même exposé à certains inconvénients. La crue des eaux, responsable des inondations, et les étiages, responsables des pénuries, sont certes les deux actions naturelles de l'eau qui affectent le plus les installations de l'homme et perturbent ses activités.

3.1.4.1 Les crues

Les inondations au Québec

L'histoire des Québécois est marquée de grandes crues mémorables (1917, 1924, 1927, 1936, 1947) qui ont touché des régions bien précises (Beauce, Estrie, région de Québec, Mauricie, Outaouais, région de Montréal, etc.) mais le rythme des crues a semblé s'accentuer ces dernières années (1966, 1968, 1969, 1974, 1976, 1981, 1982, 1983), en même temps que les dégâts causés prenaient des proportions inquiétantes.

Environ 15 000 résidences dans plus de 600 municipalités ont souffert plus ou moins périodiquement d'inondations (figure 3.13). À ce chiffre, il faut ajouter les chalets, les commerces, les industries, les fermes et les édifices publics.

Les interventions et leurs effets

La cartographie des zones inondables est un outil de base qui permet aux organismes responsables de l'aménagement du territoire d'identifier et de réglementer les plaines d'inondation. Aujourd'hui, près de 250 km² du territoire québécois ont été cartographiés et désignés officiellement comme zones inondables.

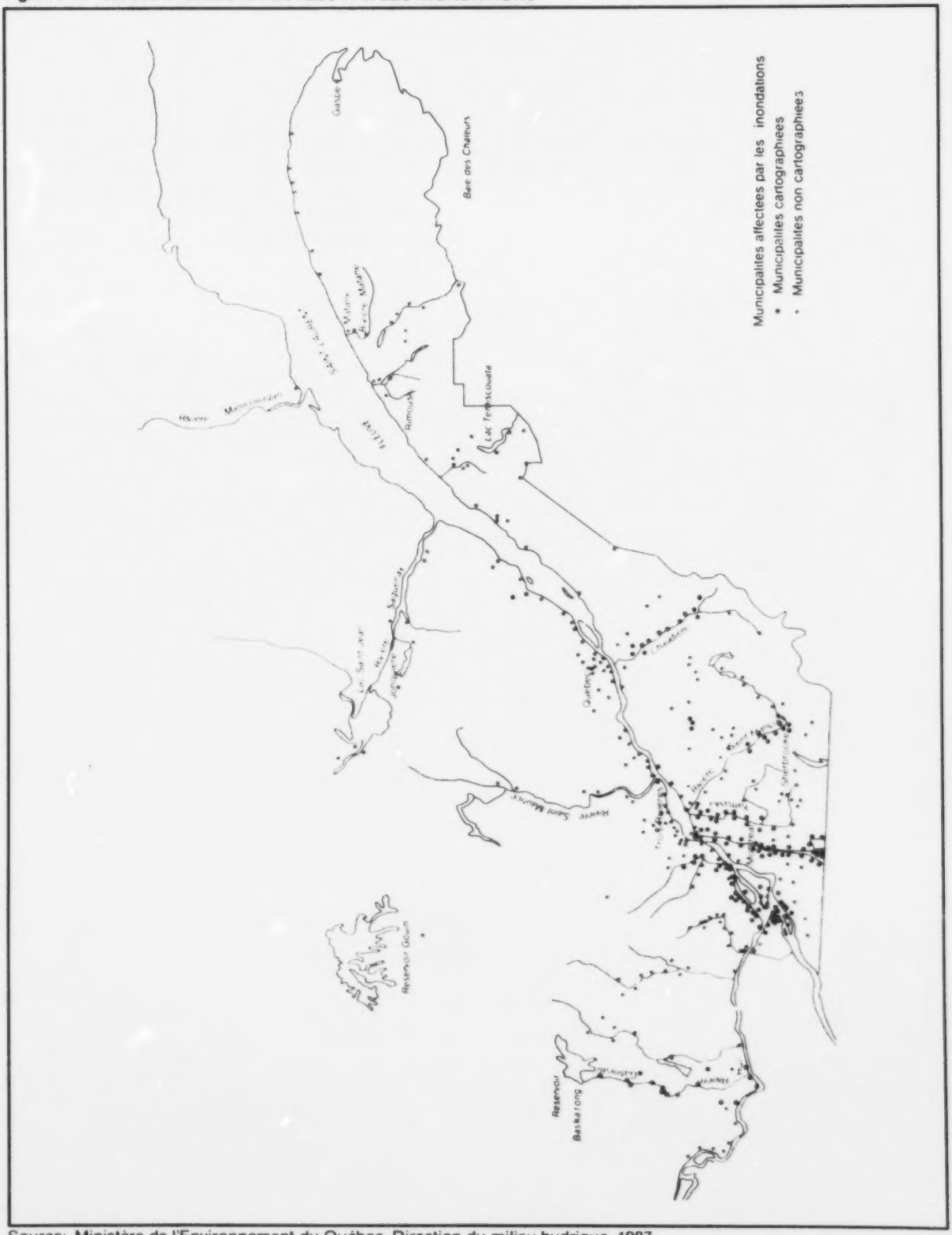
Au cours des 15 dernières années, des travaux correctifs majeurs ont été réalisés dans plus d'une vingtaine de municipalités réparties sur l'ensemble du territoire québécois.

Il existe actuellement au Québec six barrages d'importance variable, dont le rôle premier est de retenir et d'accumuler les glaces lors des débâcles en amont d'un secteur construit. On retrouve ces ouvrages hydrauliques sur la rivière des Mille îles à Terrebonne, sur la rivière Etchemin à Saint-Anselme, sur la rivière Chaudière à Saint-Georges, sur la rivière Sainte-Anne à Saint-Raymond et sur les rivières Saint-Charles et du Berger à Québec.

Les ouvrages érigés le plus fréquemment pour réduire les dommages causés par les inondations sont les endiguements avec stations de pompage comme à Richmond et Sainte-Marthe-sur-le-Lac, les rehaussements de rues, comme à Pierrefonds, les dérivations comme à Chandler et Trois-Pistoles, les dragages ou les écrêtements de hauts-fonds comme à Saint-Michel-des-Saints et Sainte-Clothilde-de-Horton et, enfin, les redéfinitions du lit des cours d'eau comme à Grande-Vallée et Lachenaie.

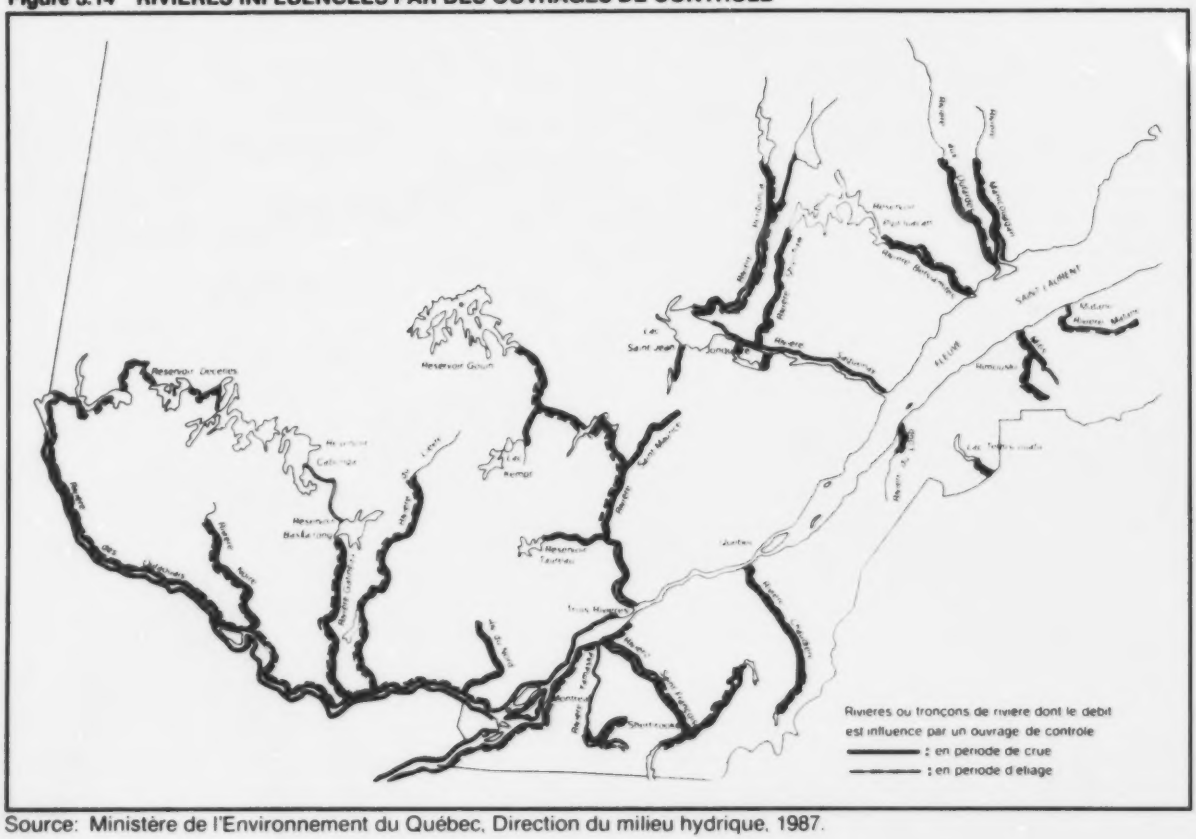
Sur l'ensemble du Québec méridional, une vingtaine de rivières ont leur débit influencé en période de crue par la présence de grands réservoirs (figure 3.14). Seulement la moitié d'entre elles se prêtent à une protection contre les inondations parce qu'elles se situent en territoire habité et parce que la faible hauteur de leurs rives les rend sujettes aux débordements. D'ailleurs, il n'existe pas au Québec de rivières possédant un réseau de réservoirs suffisamment grands et bien situés qui permettraient un contrôle parfait des crues. Le fleuve Saint-Laurent, par exemple, est de loin le cours d'eau le mieux régularisé du Québec, à cause de l'effet régulateur des Grands Lacs. Toutefois, les riverains des lacs Saint-Louis et Saint-Pierre subissent, certains printemps, des dommages importants résultant d'inondations.

Figure 3.13 MUNICIPALITÉS AFFECTÉES PAR LES INONDATIONS



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du milieu hydrique, 1987.

Figure 3.14 RIVIÈRES INFLUENCÉES PAR DES OUVRAGES DE CONTRÔLE



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du milieu hydrique, 1987.

3.1.4.2 Les étiages

Une rivière est en étiage lorsque le niveau de ses eaux est à son plus bas. Cette situation se rencontre à la suite d'une période sans pluie, lorsque les cours d'eau ne sont alimentés que par les nappes d'eau souterraines et les lacs.

Les diverses caractéristiques climatiques et topographiques du territoire québécois font que les étiages ne se produisent pas à la même période de l'année dans toutes les régions. Sur le versant sud du Saint-Laurent, par exemple, les étiages surviennent surtout tôt au printemps (mars ou avril) et la période de temps pour écouler les stocks d'eau est plus courte, étant donné le nombre relativement plus faible de lacs susceptibles d'emmagasiner des stocks d'eau puis de les étaler, ce qui retarderait ces périodes d'étiage.

Sur le versant nord du Saint-Laurent, les étiages se produisent à la fin de l'hiver et sont plus étalés dans le temps parce que, d'une part, le dégel se produit plus tard dans l'année (mai et juin) et, d'autre part, parce qu'il s'y trouve de nombreux lacs et réservoirs dont l'effet régulateur permet d'étaler dans le temps ces périodes d'étiage et de les retarder.

Même l'abondance des ressources en eau du territoire québécois ne met pas certaines régions à l'abri des problèmes d'étiage, c'est-à-dire de faibles débits et de basses eaux qui entraînent des pénuries. Les années 1960 à 1967 ont été marquées par une sécheresse qui a influencé l'ensemble du bassin des Grands Lacs. Cette période a été marquée par des bas niveaux du fleuve Saint-Laurent, plus particulièrement durant les années 1963-1964.

Ces basses eaux, qui avaient eu un précédent en 1934, ont fortement influencé la navigation sur le fleuve, obligeant les navires à diminuer d'une façon significative leur chargement afin de s'accommoder d'un tirant d'eau moindre. Plus près de nous, l'été 1974 a également été marqué par une pénurie relative d'eau. Durant cette période, la ville de Granby, entre autres, a souffert de la forte diminution du débit de ses sources d'approvisionnement.

Lors d'étiages, la capacité de dilution des eaux-vannes des cours d'eau est grandement diminuée. Ceci entraîne une réduction de la salubrité des eaux lorsque le potentiel de régénération est dépassé; on assiste alors à d'importantes contaminations bactériologiques et à l'apparition de mauvaises odeurs.

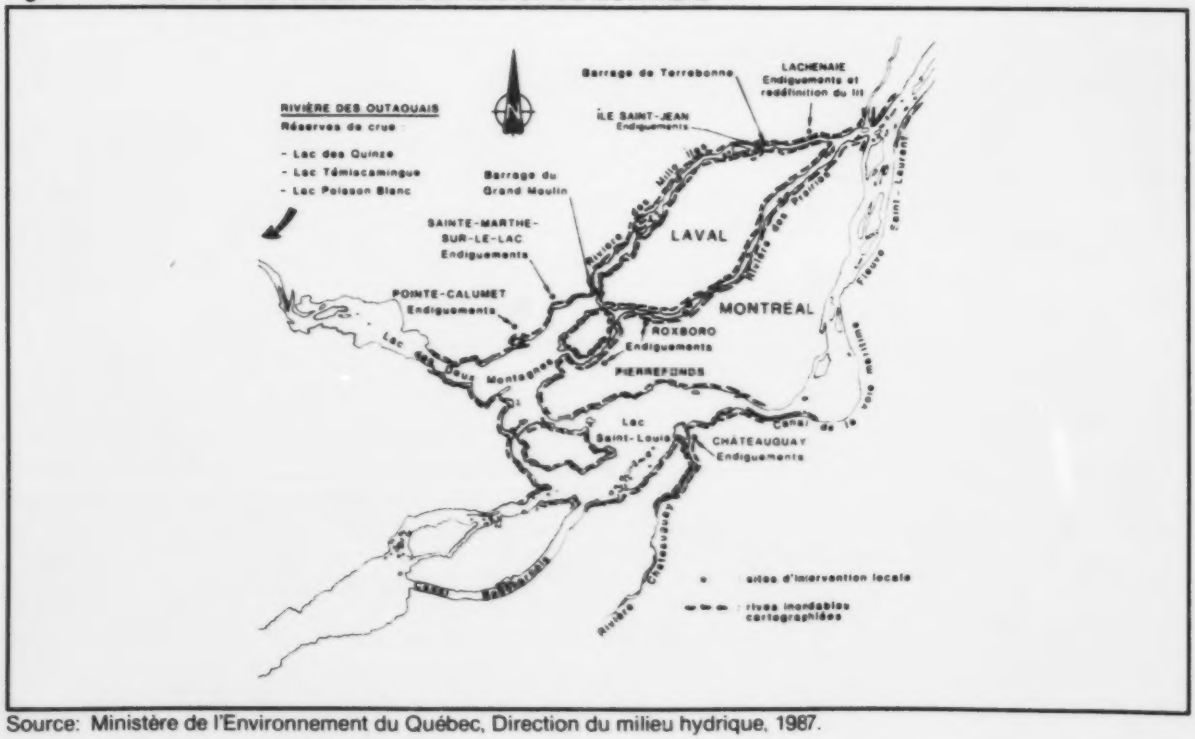
Le soutien des niveaux d'eau et des débits

Le Gouvernement du Québec a construit, depuis le début du siècle, un bon nombre de barrages de régulation des eaux, généralement pour des fins de production hydro-électrique. Il est actuellement propriétaire de quelque 220 barrages. Une cinquantaine de ceux-ci ont été confiés à Hydro-Québec, qui en assure la gestion et l'exploitation. Actuellement, Hydro-Québec exploite environ 420 barrages, les autres grands propriétaires de barrages étant des compagnies forestières et l'Alcan.

Les ouvrages du Gouvernement se situent principalement dans les bassins hydrographiques des rivières du Nord, du Lièvre, Chicoutimi, Ouiatchouane, Saint-François, Bulstrode, du Loup, Matane, Saint-Maurice, Gatineau, des Outaouais et Métis. Ces barrages servent à la production hydro-électrique, à la lutte contre les inondations, à la récréation, à la navigation, à l'alimentation en eau, à la dilution des eaux usées et à la sauvegarde de la faune et de la flore aquatique et semi-aquatique.

Même si la plupart de ces barrages sont de taille relativement modeste, l'exploitation intégrée de certains d'entre eux permet tout de même une régularisation appréciable. Une centaine de ces petits barrages sont situés dans les parc et réserves fauniques du Québec. Beaucoup de ces ouvrages ont été construits par des compagnies forestières dans le but de faire le flottage du bois. Quand cette activité a cessé, le Gouvernement a conservé ces ouvrages de retenue afin de préserver le potentiel faunique de ces milieux lacustres.

Figure 3.15 GESTION DES CRUES DANS LA RÉGION DE MONTRÉAL



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du milieu hydrique, 1987.

La région de Montréal comporte un réseau hydraulique complexe. Pour faire face aux problèmes d'inondations printanières, on a adopté une solution intégrée comportant, d'une part, des interventions locales comme des endiguements et un ouvrage de contrôle à l'entrée de la rivière des Mille-îles et, d'autre part, une gestion modifiée et améliorée des réservoirs de la rivière des Outaouais ainsi qu'une désignation officielle des zones d'inondation de la région de Montréal. Ces travaux ont été réalisés au coût de 26 millions de dollars et assurent la protection de plus de 4300 résidences contre les inondations. (figure 3.15)

3.2 L'EAU SOUTERRAINE

3.2.1 LES ASPECTS QUANTITATIFS

Le Québec est mondialement connu pour l'importance de ses réserves d'eau douce. Ce qui est moins évident, c'est l'apport prépondérant des eaux souterraines à cette richesse naturelle.

L'eau souterraine est cette partie des eaux de précipitation (pluie ou neige) qui échappe à l'évaporation, à la consommation par les plantes et au ruissellement, pour s'infiltrer profondément dans le sous-sol et rejoindre un horizon où tous les espaces vides (pores et fissures) sont remplis d'eau.

Bien qu'imprécis, les chiffres que l'on avance à l'échelle mondiale indiquent que les deux tiers des réserves totales en eau douce seraient contenues dans les nappes souterraines et que 4 p. 100 de cette eau serait disponible à des fins utiles.

Toute proportion gardée, le Québec posséderait des réserves d'eau souterraine de l'ordre de 2 000 km^3, de quoi submerger tout le territoire sous un mètre d'eau. Les réserves du territoire québécois habité seraient d'environ 200 km^3, tandis que celles de l'ensemble du Canada s'élèveraient à 13 000 km^3.

Les données sont insuffisantes pour évaluer la fraction d'eau souterraine exploitable au Québec, c'est-à-dire la partie sise dans un matériau perméable, à proximité des utilisateurs et offrant une bonne qualité chimique et bactériologique. Plusieurs indices laissent soupçonner qu'elle est très élevée, puisque 65 p. 100 des municipalités et 20 p. 100 de la population sont alimentées par eau souterraine.

Environ 54 p. 100 de l'eau souterraine extraite du sous-sol québécois (645 500 m^3/j) est utilisée pour la consommation domestique, 23 p.100 (277 700 m^3/j^{-1}) à des fins piscicoles, 16 p. 100 pour l'élevage et l'irrigation et 6 p. 100 pour tous les autres usages: industries, climatisation, pompes à chaleur, eaux embouteillées. Si l'on se fie à la tendance observée dans d'autres pays, la proportion de l'eau souterraine utilisée pour l'alimentation en eau potable devrait diminuer au profit des autres usages, en particulier de la pisciculture et de l'irrigation, dont l'importance est actuellement difficile à évaluer.

Le terme "aquifère" est habituellement utilisé pour désigner une formation géologique perméable et suffisamment étendue pour fournir des quantités d'eau utiles aux ouvrages de captage qui la recoupent.

La figure 3.16 indique l'emplacement des principaux aquifères connus du Québec. Selon la nature et le mode de gisement des matériaux saturés d'eau qui les constituent, on aura des aquifères de roche en place ou de dépôts meubles qui, à leur tour, peuvent être de nappe libre ou captive.

3.2.1.1 Les aquifères rocheux

La roche consolidée est en soi peu perméable et ne peut être considérée comme un aquifère lorsqu'elle est saine. Par contre, lorsqu'elle est faiblement consolidée, ou que des agents externes tels que les conditions climatiques et les efforts tectoniques créent des ouvertures, des fissures ou des triturations, la roche peut acquérir une perméabilité secondaire, qui augmente son potentiel aquifère.

Ainsi les grès rouges des Iles-de-la-Madeleine, les grès et les dolomies des régions nord, ouest et sud de Montréal, certains calcaires et conglomérats et en général les roches fragiles présentant des zones de fissuration peuvent constituer de bons aquifères. Les débits moyens disponibles sont de l'ordre de 8 m^3/h pour les puits terminés dans les calcaires, de 14 m^3/h pour les grès et peuvent atteindre 80 m^3/h dans les grès rouges des Iles-de-la-Madeleine.

3.2.1.2 Les aquifères de dépôts meubles

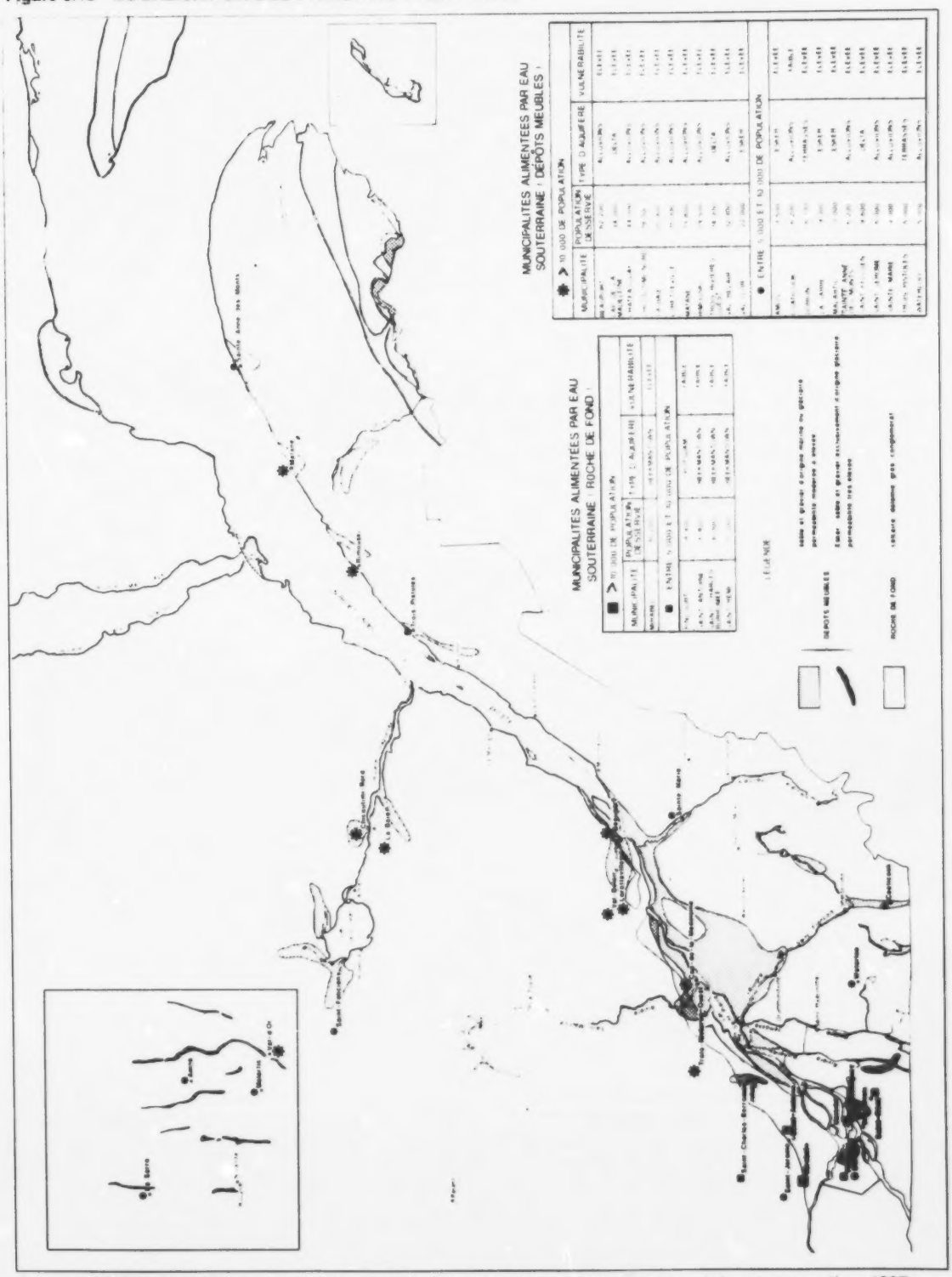
Les sables de terrasses

Les dépôts sablonneux qui se présentent sous forme de terrasses le long des rivières, à un niveau surélevé par rapport au lit actuel du cours d'eau, accumulent les eaux de précipitation ou de fonte de neige et contribuent à l'écoulement d'étiage.

Au Québec, ces sables de terrasses sont peu épais et reposent habituellement sur l'argile marine ou le till glaciaire. L'eau souterraine qui y circule est dans des conditions de nappe libre, car elle est soumise directement à l'influence de la pression atmosphérique.

Le captage de l'eau se fait par puits de grand diamètre, par drains ou galeries filtrantes. Dans certains cas topographiquement favorables, l'eau de la terrasse peut être captée sous forme de sources qui jaillissent au contact du sable et de l'argile.

Figure 3.16 LOCALISATION DES PRINCIPAUX AQUIFÈRES



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

Les débits moyens des puits individuels de grand diamètre sont inférieurs à 10 m³/h. Ce genre de captage sert surtout à l'alimentation en eau d'une ou, tout au plus, de quelques familles, aux endroits où il n'y a pas de réseaux communautaires d'aqueduc. Exceptionnellement, quelques municipalités s'approvisionnent en eau dans ces sables de terrasses. Dans ce cas, l'utilisation de drains horizontaux permet de soutirer un débit plus important; cependant la sensibilité à la contamination par les activités humaines croît avec la superficie drainée.

On signale de plus en plus des cas de contamination de l'eau souterraine des sables de terrasses et, face à ce problème, de nombreuses M.R.C. ont choisi de conserver des périmètres de protection autour des captages d'eau municipaux, lors de l'établissement de leur schéma d'aménagement.

L'eau des sables de terrasses est naturellement de bonne qualité, sauf aux abords des marécages où les conditions réductrices qui prévalent dans l'aquifère favorisent des teneurs anormalement élevées en fer et manganèse.

Les municipalités de Deschaillons, Bécancour (secteur Gentilly), Lanoraie, Lavaltrie et Saint-Sulpice utilisent ou ont déjà utilisé l'eau des sables de terrasses pour leur approvisionnement en eau potable.

Les sables et graviers d'alluvions

Les alluvions (dépôts de sédiments abandonnés par un cours d'eau) des cours d'eau actuels et anciens sont également des aquifères de nappe libre importants au Québec. Ici, la quantité d'eau disponible pour le captage est suffisamment élevée pour alimenter des municipalités de plus de 5000 habitants. Elle dépend non seulement de l'infiltration des eaux de précipitation, mais également de la réalimentation induite à partir de la rivière qui impose et maintient un niveau d'eau stable dans son champ d'influence. Les méandres et deltas de rivières sont particulièrement recherchés pour leurs qualités aquifères.

Le tableau 3.17 montre l'importance de ce genre de dépôt non consolidé comme source d'approvisionnement en eau potable.

La qualité de l'eau extraite de ces alluvions est en général excellente; dans certains cas, elle peut être en relation avec celle de la rivière qui l'alimente ou qu'elle réalimente.

Les dépôts d'origine fluvioglaciaire

Les dépôts d'origine fluvioglaciaire sont considérés comme les plus productifs qui soient. Ces dépôts percent parfois la surface du sol pour constituer des points hauts topographiques; parfois ils sont enfouis sous des couches peu perméables.

TABLEAU 3.17
Municipalités utilisant l'eau souterraine provenant de dépôts non consolidés

Nom de la municipalité	Population à desservir (1985)	Consommation * quotidienne m^3/J^1 (1985)
Beauport	62 200	50 000
Châteauguay	45 600	24 000
Cap-de-la-Madeleine	34 000	16 000
Rimouski	29 500	10 000
Ville La Baie	20 900	10 000
Trois-Rivières-Ouest	14 000	9 000
Sainte-Anne-des-Monts	6 200	3 500

* Il s'agit de la consommation en eau souterraine et non de la consommation totale

Source: Ministère de l'environnement du Québec, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987

Les eskers (cordons de gravier laissés par les glaciers) de l'Abitibi en sont un exemple. Quand le gisement de matériaux granulaires repose dans les dépressions de la roche en place, il constitue des chenaux préférentiels d'écoulement souterrain capables de transmettre de forts débits d'eau.

Les villes de Val d'Or (22 000 hab.), Amos (9500 hab.) et La Sarre (9000 hab.) captent l'eau d'esker à des taux respectifs de 15600 m³j, 13600 m³j et 2000 m³j.

Les dépôts fluvioglaciaires enfouis constituent d'excellents aquifères artésiens. Ils sont soumis à des pressions hydrostatiques telles que l'eau souterraine jaillit au-dessus de l'horizon producteur. Parce qu'ils sont protégés contre les infiltrations directes de la surface par un couvert imperméable, ils sont moins sensibles à la contamination. De plus, les qualités particulièrement stables de l'eau souterraine, en particulier sa température, sont fort appréciées en pisciculture.

Les aquifères artésiens de Saint-Gabriel-de-Brandon, de Saint-Modeste-de-Rivière-du-Loup, de la vallée de la rivière Eaton au sud-est de Sherbrooke, de Saint-Léon, de Saint-Nazaire et de Saint-Henri-de-Taillon au Lac-Saint-Jean sont des exemples d'aquifères captifs constitués de dépôts fluvioglaciaires enfouis, exploités pour l'approvisionnement en eau des municipalités. Les meilleurs débits connus extraits de puits individuels sont de l'ordre de 1 000 à 3 000 m³j. Quand la pression artésienne est suffisamment élevée, l'eau des puits peut même jaillir sans pompage à la surface du sol.

L'eau souterraine aux Îles-de-la-Madeleine: une ressource menacée

Situées dans le golfe du Saint-Laurent, les îles-de-la-Madeleine forment un archipel constitué par sept îles dont six sont reliées entre elles par des tombolos (avancées de sable). L'archipel fait environ 65 km de long sur au plus 8 km de large pour une superficie totale d'environ 400 km² (Figure 3.17).

Ici, les lacs et rivières à fort débit sont inexistants et les ruisseaux sont intermittents. Les formations de grès rouge constituent d'excellents aquifères, et les eaux souterraines sont les seules ressources économiquement exploitables: le dessalement de l'eau de mer est, dans le cadre de nos connaissances actuelles, impensable en raison de son coût prohibitif.

L'eau souterraine est toutefois limitée et provient essentiellement de la percolation (pénétration lente dans le sol) des eaux de pluie et de neige. Cette nappe d'eau est en équilibre hydrostatique et, à cause de sa plus faible densité, elle flotte sur l'eau salée plus dense. En pompant l'eau douce, l'eau salée sise en profondeur est elle aussi aspirée vers la surface du sol (Figure 3.18). Il importe donc d'éviter de surexploiter la nappe phréatique pour protéger les réserves d'eau douce et les puits de la contamination par l'eau salée.

Il résulte de ce fait que le problème d'alimentation en eau est majeur aux Îles-de-la-Madeleine. La croissance de la demande en eau potable de même que le développement industriel et touristique doivent être harmonisés avec une disponibilité limitée de cette ressource.

En fait, la seule formation aquifère exploitable occupe le tiers seulement de la surface totale des Îles-de-la-Madeleine et reçoit 30 p. 100 de la précipitation annuelle, soit 26,18 milliards de litres d'eau.

Pour maintenir l'équilibre hydrostatique, cette quantité d'eau disponible ne peut être exploitée entièrement, autrement qu'à l'aide d'un grand nombre de puits pompés à de faibles débits. Un programme optimal consisterait à exploiter 840 m³/h à l'aide de 58 puits fonctionnant à des taux variant entre 4 m³/h et 70 m³/h; le tableau 3.18 résume la répartition de ces puits sur l'archipel.

Soulignons enfin l'importance de protéger ces nappes, qui sont à bien des égards vulnérables, des sources de pollution diffuse (pratiques agricoles, eaux usées, eaux de lixiviation des sites d'entreposage des déchets) ou de pollution ponctuelle tels que des déversements d'hydrocarbures.

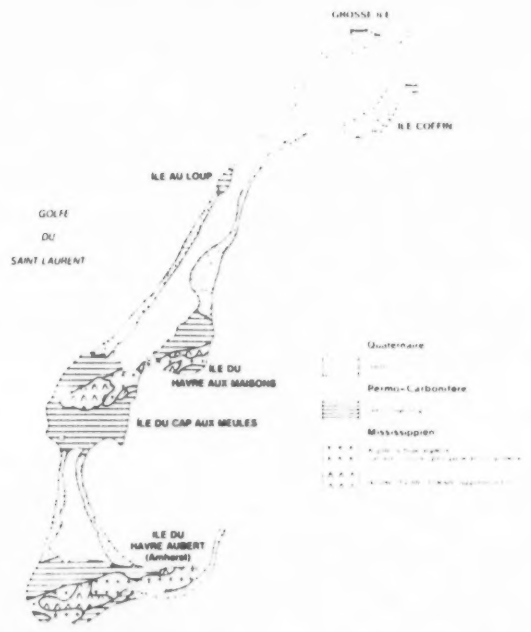
TABLEAU 3.18

Programme optimal et actuel d'exploitation de l'eau souterraine aux Îles-de-la-Madeleine

Îles	Nombre de puits		Débit des puits (m^3 / h)	Débit total (m^3 / h)	
	Actuel	Optimal		Actuel	Optimal
Havre-Aubert	2	6	entre 13 et 70	136	300
Cap-aux-Meules	10	25	13	170	340
Havre-aux-Maisons	2	4	13	54	123
Pointe-aux-Loups	Superficie trop petite pour évaluation				
Grosse-Île	4		5	21	
Grande-Entrée	14		4	58	

Source: Ministère de l'environnement du Québec, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987

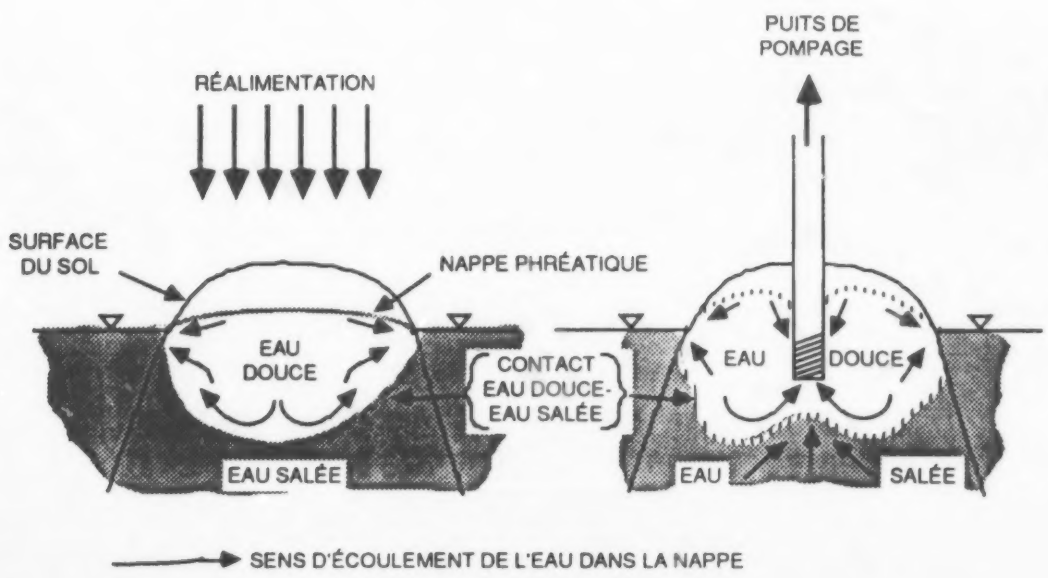
Figure 3.17 GÉOLOGIE DE L'ARCHIPEL DES ILES-DE-LA-MADELEINE



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

FIGURE 13.18

DÉPLACEMENT DU CONTACT EAU DOUCE - EAU SALÉE



Source: Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

3.2.2 Les aspects qualitatifs

Quoiqu'elle soit plus chargée en sels minéraux dissous que les eaux de surface, l'eau souterraine est qualitativement plus stable, parce que son cycle de renouvellement est beaucoup plus lent et qu'elle est moins exposée aux phénomènes pollueurs de la surface. De façon générale, au Québec, les eaux souterraines sont d'excellente qualité et satisfont aux exigences sur les eaux de boisson. Elles contiennent normalement moins de 500 mg/l de solides dissous et peuvent généralement être consommées sans traitement. Elles peuvent cependant contenir des éléments dont la concentration excède le niveau souhaitable dans une eau potable selon des critères esthétiques, sans qu'il y ait de dangers pour la santé.

3.2.2.1 La dureté

À l'exception des eaux provenant des roches granitiques, qui se trouvent surtout dans le bouclier canadien, et de la plupart des nappes aquifères de surface qui sont très douces, les eaux souterraines atteignent souvent une dureté supérieure à 120 mg/l, exprimée en termes de $CaCo_3$ (la dureté idéale se situe entre 80 et 100 mg/l). Les roches carbonatées et dolomitiques qui composent une bonne partie des terrains perméables dans les basses-terres du Saint-Laurent et dans les Appalaches fournissent, en général, des eaux dures qui, dans certains cas, doivent être traitées pour prévenir l'entartrage de la tuyauterie.

3.2.2.2 Le fer et le manganèse

La présence de fer, dans l'eau souterraine, à des concentrations supérieures à 0,3 mg/l, seuil au-delà duquel le fer dissout peut précipiter, n'est pas restreinte à des unités hydrogéologiques particulières. Le fer, auquel est souvent associé le manganèse, bien qu'il semble distribué de façon erratique, se retrouve plus fréquemment dans les eaux provenant des dépôts meubles (principalement les dépôts deltaïques et les dépôts de terrasse de la mer Champlain) que dans les eaux puisées de la roche de fond. Dans ces dernières formations, les eaux les plus ferrugineuses se rencontrent surtout dans les basses-terres du Saint-Laurent. On observe également des eaux riches en fer dans le Témiscamingue et en Abitibi. Les teneurs en fer sont très souvent liées au taux de pompage et au taux d'oxygénation de l'horizon capté. Comme les concentrations obtenues sont généralement inférieures à 5 ou 6 mg/l, le traitement de ces eaux est possible.

3.2.2.3 La salinité

On peut rencontrer des eaux contenant plus de 500 mg/l en chlorures dans les terrains envahis par les mers Champlain et Laflamme à la fin de la dernière période de glaciation. Les terrains dont la configuration est définie par la limite de submersion marine se retrouvent principalement dans les basses-terres du Saint-Laurent, en bordure du fleuve Saint-Laurent et dans le bassin du lac Saint-Jean.

La salinité semble résulter du lessivage des argiles marines et les concentrations excèdent rarement 3 000 mg/l; c'est au voisinage des exutoires des nappes qu'on retrouve les teneurs les plus élevées.

3.2.2.4 Les métaux

Exceptionnellement, dans certaines régions, à cause de la composition de la roche mère, l'eau souterraine présente aussi des concentrations en certains éléments chimiques considérés comme toxiques pour l'être humain, tels que certains métaux lourds (mercure, cadmium, cuivre et zinc) et certains éléments non métalliques (arsenic, bore, fluor). À cause de la complexité des mécanismes de dissolution et de migration de ces ions dans les sols et de la grande hétérogénéité des formations géologiques, il est impensable de songer à cartographier toutes ces zones. Toutefois, on sait qu'elles se retrouvent surtout en Abitibi et dans les basses-terres du Saint-Laurent, à des endroits où l'eau, au départ, est généralement peu agréable à boire à cause des teneurs élevées des différents autres minéraux qu'elle contient.

Par ailleurs, dans tous les cas rapportés à ce jour où la présence de l'un ou l'autre de ces éléments a été notée dans l'eau de puits, les concentrations excédaient rarement ou de très peu la norme établie pour l'eau potable.

3.2.2.5 La vulnérabilité des eaux souterraines

Des cartes de vulnérabilité des eaux souterraines face à la pollution ont été dressées pour la partie habitée du Québec. Elles fournissent un aperçu des zones où les risques de contamination des

nappes d'eau souterraine sont les plus élevés.

Trois zones de vulnérabilité ont été identifiées: faible, modérée et élevée. Elles résultent de l'évaluation globale des terrains à partir de paramètres d'ordre géologique, hydrogéologique, pédologique et physiographique. Ces cartes offrent de plus l'information la plus à jour quant à l'existence de lieux présentant un risque de pollution.

En général, les zones les plus vulnérables correspondent aux affleurements de sable et de gravier ou de roc fissuré où la nappe phréatique est à faible profondeur. Évidemment les risques croissent avec la présence de sources potentielles de contamination et la gravité de la situation dépend également de la présence de puits d'eau potable dans le même secteur.

BIBLIOGRAPHIE

COOPER, J.P. (1975), Photosynthesis and productivity in different environments, Cambridge University Press, Cambridge, 715 p.

COTÉ, R. (1986), "Les aspects de la productivité biologique du Saguenay," Réseau, magazine de l'Université du Québec, vol. 18, no 3, p. 14-18.

COTÉ, R., G. LACROIX (1979), Influence des débits élevés et variables d'eau douce sur le régime saisonnier de la production primaire d'un fjord subarctique, Oceanol. acta, 2:299-306.

COTÉ, R., G. LACROIX (1982), "Dynamique saisonnière de la production primaire dans le fjord du Saguenay (Québec)", Eau du Québec, vol 15, no 3, p. 288-293.

ENVIRONNEMENT CANADA 1981, Les substances toxiques dans le fleuve Saint-Laurent.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1984 a, Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent de Cornwall à Québec (1977-1981).

ENVIRONNEMENT CANADA, 1984 b, Les substances toxiques dans le moyen estuaire du Saint-Laurent.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1985, Les substances toxiques dans les sédiments du lac Saint-François.

ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ, 1986, Utilisation des jeunes poissons de l'année comme bioindicateurs des substances toxiques dans le fleuve Saint-Laurent.

GADD, N.R., 1974. Limites maximales de la submersion marine au Tardiglaciaire dans le bassin du Saint-Laurent. Commission géologique du Canada (non publié).
JARRY et al. 1985, Répartition des contaminants dans les sédiments du lac Saint-Louis (Fleuve Saint-Laurent).

JONES, G.H., M. LECLERC, M. OUELLET, L. POTVIN, P. COUTURE, D. CLUIS, W. SOCHANSKA, J. SOCHANSKI (1979), Productivité biologique des eaux du lac Saint-Jean, Rap. Sci. 76, INRS-EAU, U. du Québec, 641 p.

LAPIERRE, L. (1982), Étude de l'évolution de la production primaire et de la composition spécifique du périphyton et du phytoplancton de la petite rivière Opinaca et la rivière Opinaca (Baie James) en fonction d'une forte réduction de débit, Thèse de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal, 148 p.

LEGRIS, JEAN (1986), État actuel du réservoir Choinière 1982-1985 données brutes, ministère de l'Environnement du Québec, Service des études hydriques, rap. no. 030340-26, 103 p.

MAGNIN, E. (1977), Écologie des eaux douces du territoire de la Baie James, Service Environnement, Société d'énergie de la Baie James, Montréal, 454 p.

MATHIEU, P., P. GENTES et J.P. GAUTHIER (1979), Méthode numérique d'évaluation de l'état trophique des lacs, ministère des Richesses naturelles, Service de la qualité des eaux, Québec no QU-37, 57 p.

PECHE ET ENVIRONNEMENT CANADA, 1978, Direction générale des eaux intérieures, Rapport technique no 15.

PRÉVOT, J.-M., 1972. Carte hydrogéologique des basses-terres du Saint-Laurent. Ministère des Richesse naturelles du Québec, (aujourd'hui ministère de l'Environnement) carte 1748.

PROVENCHER, M. (1977), Étude du phytoplancton du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires, Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, rapport technique, no 9, 270 p.
SCHINDLER, DW., F.A.J. ARMSHONG, S.K. KOLMGREN, G.J. BRUNSHELL (1971), Eutrophication of lake 227, experimental lake area, Northwestern Ontario, by addition of phosphate and nitrate, J. Fish Res Board, Can. 28: 1763-1782.

SIMARD, G., et R. DES ROSIERS, 1979. Qualité des eaux souterraines du Québec. Ministère de l'Environnement du Québec, pub. N° H.G.-13.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (1978), Connaissance du milieu des territoires de la Baie James et du Nouveau Québec, Société d'énergie de la Baie James Service Environnement, 297 p.

WATER POLLUTION JOURNAL OF CANADA, Vol. 20, no 2, p. 75 à 79.

WETZEL, R.G. (1985), Limnology, Saunders Company, Philadelphie.

SPÉCIAL

L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT ET LES ZONES CÔTIÈRES

TABLE DES MATIÈRES

SPECIAL - L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT ET LES ZONES CÔTIÈRES

INTRODUCTION 99

1. Le système physique 101

1.1 Les courants 101

1.2 La marée 101

1.3 Les éléments nutritifs 101

1.3.1 L'estuaire maritime 101
1.3.2 Le golfe du Saint-Laurent 101

2. La productivité primaire de l'estuaire et du golfe 103

3. L'écologie et la dynamique des zones côtières et estuariennes 104

3.1 Le phytoplancton 104

3.2 Le zooplancton 105

3.3 Les macrophytes 105

3.4 Les organismes des marécages intertidaux 105

3.5 Les invertébrés benthiques 108

3.6 Les poissons 108

3.6.1 Les poissons démersaux et pélagiques 108
3.6.2 Les poissons diadromes 110

3.7 Les oiseaux 111

3.8 Les mammifères marins 111

3.8.1 Les phoques 111
3.8.2 Les cétacés 113

BIBLIOGRAPHIE 115

LISTE DES TABLEAUX

ES 1 Productivité phytoplanctonique dans différents milieux

ES 2 Répartition et superficie des principaux marécages intertidaux de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent

ES 3 Liste des principales espèces démersales du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent

ES 4 Liste des principales espèces pélagiques du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent

ES 5 Liste des poissons diadromes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent

ES 6 Classification des cétacés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent

LISTE DES FIGURES

ES 1 Situation géographique des divisions de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent

ES 2 Profil bathymétrique axial de l'estuaire du Saint-Laurent et du chenal laurentien

ES 3 Courants géostrophiques et mesures lagragiennes

ES 4 Distribution temporelle de la biomasse phytoplanctonique dans l'estuaire du Saint-Laurent (0-30 M)

ES 5 Zooplancton: distribution de la biomasse

ES 6 Benthos: distribution des principales espèces exploitées

ES 7 Cycle vital du saumon de l'Atlantique

ES 8 Principales colonies d'oiseaux

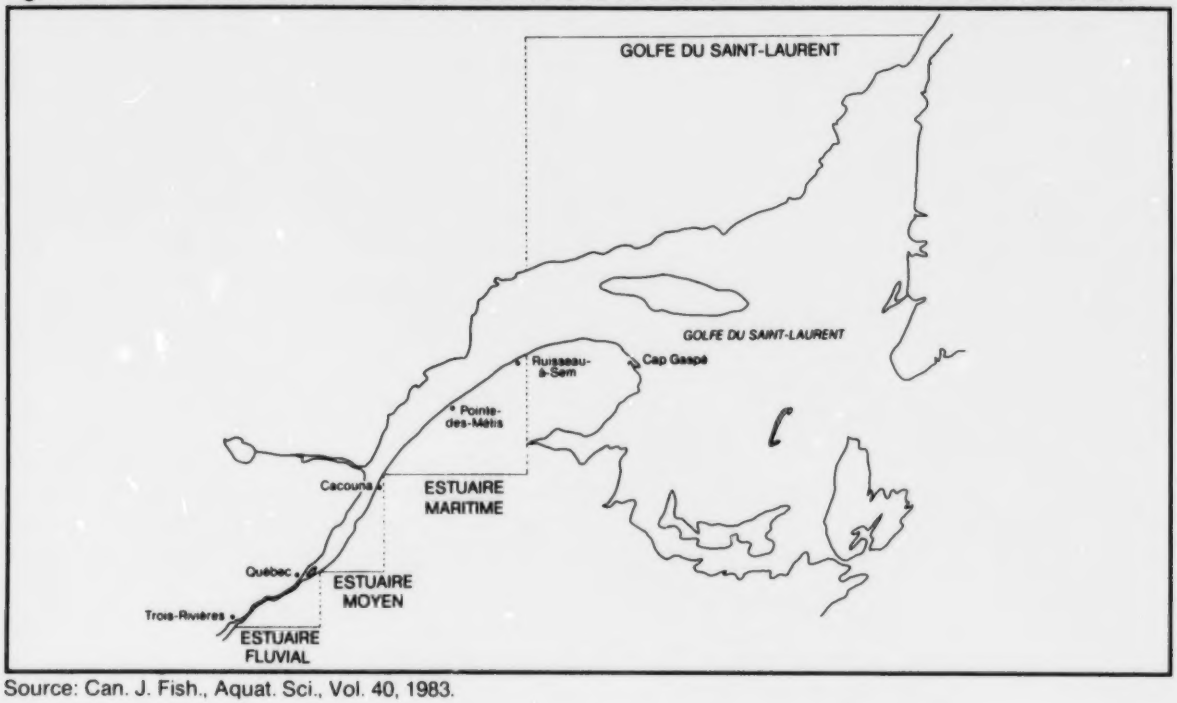
ES 9 Aires de fréquentation connues des cétacés

Introduction

Le fleuve, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent sont des milieux aquatiques dont les noms nous sont familiers. Cependant, il nous est souvent difficile de reconnaître les limites physiques et géographiques de ces différentes subdivisions du Saint-Laurent. Il nous a semblé utile de les présenter de manière spéciale compte tenu de leur importance en termes environnemental et économique (figures ES.1 et ES.2).

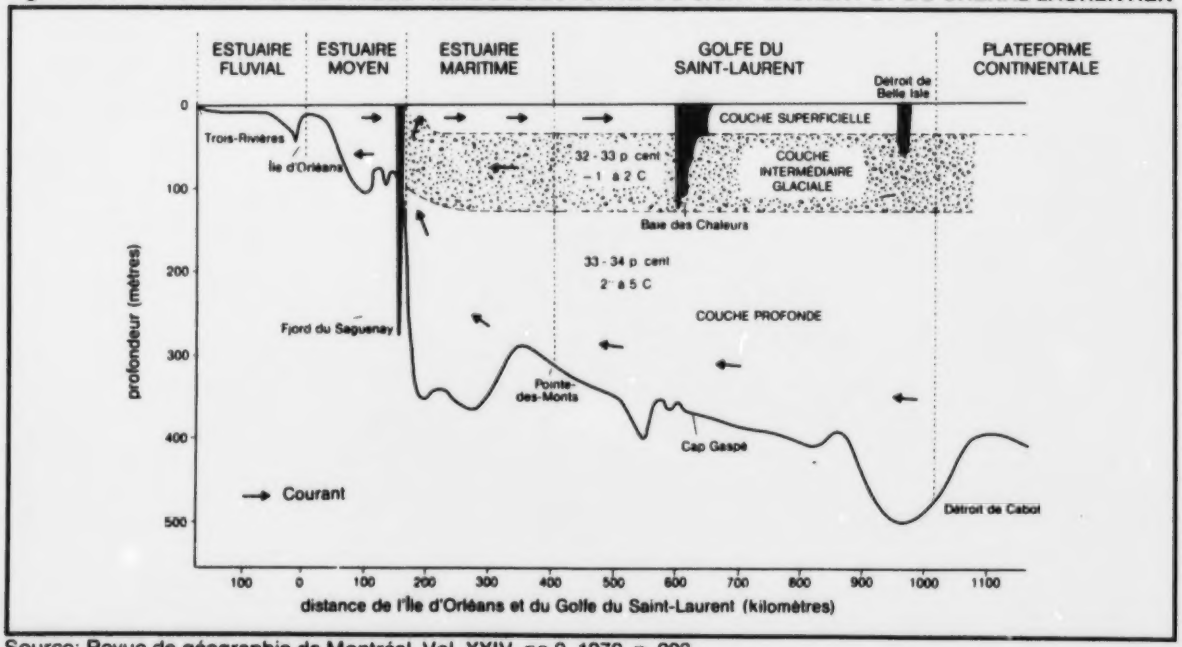
Le texte qui suit provient en grande partie d'un rapport de la SOQUIP sur les répercussions potentielles sur l'environnement de forages exploratoires dans le golfe du Saint-Laurent. Il a l'avantage de reprendre tous les principaux thèmes d'un bilan centré sur le décompte des organismes vivants et l'analyse de leurs conditions de vie. Il explique les systèmes biologiques et leurs caractéristiques. Au préalable, une section traite des caractéristiques physiques du système permettant une meilleure compréhension de la dynamique biologique du milieu maritime.

Figure ES.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE DES DIVISIONS DE L'ESTUAIRE ET DU GOLFE DU SAINT-LAURENT



Source: Can. J. Fish., Aquat. Sci., Vol. 40, 1983.

Figure ES.2 PROFIL BATHYMÉTRIQUE AXIAL DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT ET DU CHENAL LAURENTIEN



Source: Revue de géographie de Montréal, Vol. XXIV, no 3, 1970, p. 293.

1. LE SYSTÈME PHYSIQUE

1.1 Les courants

Les trajectoires prédominantes des courants sont dominées par les apports du fleuve Saint-Laurent et par les transferts de masses d'eau aux limites de l'océan et du golfe (figure ES. 3). Pendant la période sans glace, l'action du Saint-Laurent se limite à la formation du courant de Gaspé, qui commence à se faire sentir dans la région de Rimouski. Le courant de Gaspé s'écoule le long de la côte sud de l'estuaire et s'oriente ensuite vers le sud, à la hauteur de Pointe Gaspé.

Au détroit de Cabot (entre Terre-Neuve et l'île du Cap Breton), le courant sortant est prédominant et s'étend sur la majeure partie du côté sud du passage le long de l'île du Cap Breton. Du côté nord du détroit,un courant entrant de faible vitesse est généralement observé près de Port-aux-Basques. Ce courant semble être la fin du courant du Labrador après son passage le long de la côte est de Terre-Neuve.

Le détroit de Belle-Isle (entre Terre-Neuve et le Labrador) affiche un patron de circulation semblable. Les masses d'eau du centre et de l'est du golfe s'écoulent vers l'Atlantique alors qu'une partie du courant du Labrador s'introduit dans le golfe par ce passage. Les échanges d'eau à ces trois passages dirigent en quelque sorte le schéma global de circulation à l'intérieur du golfe. La circulation hivernale diffère de l'écoulement de la période sans glace; les courants du centre du golfe sont moins importants et leur distribution spatiale est plus irrégulière. Dans la partie sud du golfe, les directions d'écoulement s'apparentent aux trajectoires étudiées pour le reste de l'année.

1.2 LA MARÉE

Les niveaux d'eau de l'ensemble du système du Saint-Laurent sont influencés par la propagation de la marée. Les fluctuations marégraphiques du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent sont engendrées par les ondes de marée qui pénètrent par les détroits de Cabot et de Belle-Isle, et qui se propagent vers l'amont. Etant donné l'ampleur de la superficie du golfe, des marées se développent à l'intérieur même du golfe. Toutefois, la principale source de propagation de marée de l'ensemble du golfe et de l'estuaire provient de l'onde de marée pénétrant par le détroit de Cabot.

Le rétrécissement de l'estuaire, combiné au rehaussement des fonds, fait augmenter l'ampleur de la marée en direction de Québec. Une des caractéristiques des marées dans l'estuaire est que les niveaux d'eau s'élèvent plus vite qu'ils ne redescendent.

1.3 LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

1.3.1 L'estuaire maritime

L'estuaire maritime joue un rôle primordial comme source d'éléments nutritifs pour le golfe du Saint-Laurent durant la période estivale. La dynamique de la circulation dans l'estuaire maritime joue le rôle d'une pompe à nutriments pour le golfe. Ainsi, les éléments nutritifs contenus dans les couches intermédiaire et profonde pénètrent dans la couche de surface par un déplacement de masse d'eau verticale (advection) pour finalement s'écouler dans les eaux du golfe. Les sources majeures des éléments nutritifs dans la zone euphotique (éclairée par le soleil) de l'estuaire maritime sont de fait constituées de l'apport du Saint-Laurent et de la remontée des ondes internes. L'écoulement des éléments nutritifs vers le golfe serait concentré au niveau du courant de Gaspé et de sa zone d'influence.

Les concentrations mesurées de certains éléments permettent de croire que l'estuaire est peu limité en nitrates, phosphates et silicates tout au cours de l'année et que leur distribution n'est pas le principal facteur limitant la photosynthèse phytoplanctonique. La concentration moyenne des éléments nutritifs diminue d'à peine la moitié durant la période de la photosynthèse active. Les nitrates ne sont limitants qu'occasionnellement durant l'été, mais la tendance générale est pour un enrichissement général par advection verticale des sels nutritifs.

1.3.2 Le golfe du Saint-Laurent

Les études montrent que le nord-ouest du golfe est généralement plus riche que la portion nord-est, entre avril et septembre. De plus, le patron de circulation de l'estuaire maritime produit un enrichissement préférentiel dans la zone de courant de Gaspé. Cependant, ces données ne couvrent qu'une partie de la période printanière, pour se terminer au début de la saison automnale et ce, seulement pour les 25 premiers mètres.

En conclusion, les eaux de surface du golfe du Saint-Laurent sont généralement appauvries durant la saison estivale, illustrant un gradient en fonction de la profondeur et de la distance entre le détroit de Cabot et l'estuaire maritime.

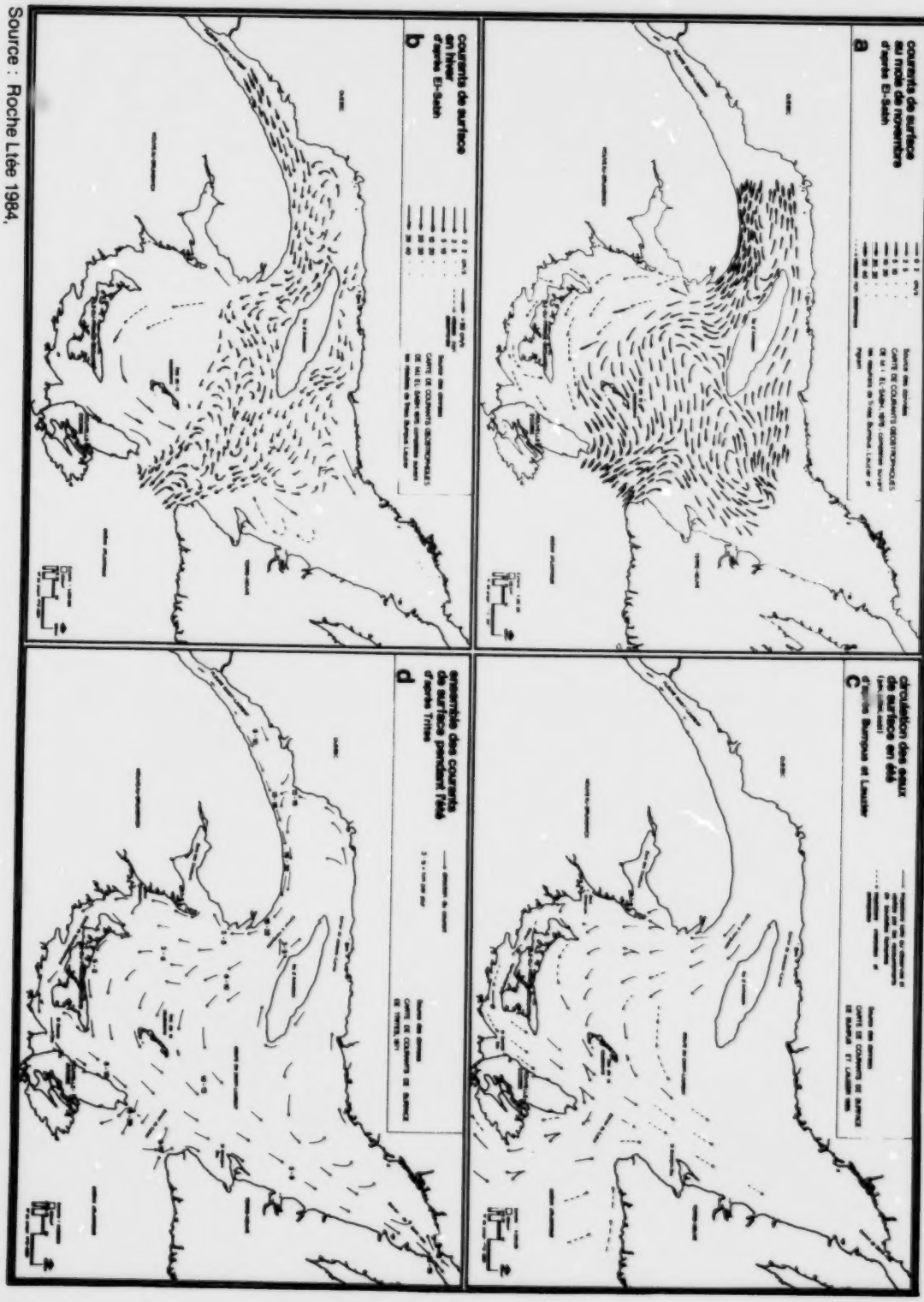


Figure ES3 Courants géostrophiques et mesures lagrangiennes

Source : Roche Litée 1984.

2. LA PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE DE L'ESTUAIRE ET DU GOLFE

En milieu aquatique et spécialement dans le milieu marin, le taux de productivité primaire est très variable et change selon les cycles diurnes et saisonniers. La température, la luminosité, la profondeur, la quantité et les espèces phytoplanctoniques et zooplanctoniques, la disponibilité des éléments nutritifs, les débits d'eau douce, etc., sont tous des facteurs qui influencent ce taux de productivité. Étant donné la quantité de ces variables, il n'est pas étonnant que l'on utilise souvent l'expression "estimation de la production primaire".

Pour estimer la productivité primaire, il est nécessaire de mesurer directement la quantité de matière organique nouvelle formée pour une unité de temps définie. De manière générale, la production primaire est exprimée en grammes de carbone par mètre carré et par jour ($gC\ m^{-2}\ j^{-1}$). Les estimations de la productivité primaire par le phytoplancton varient de 0,05 à 0,5 $gC\ m^{-2}\ j^{-1}$ avec des valeurs aussi élevées que 5,0 $gC\ m^{-2}\ j^{-1}$ dans les régions les plus productives Cette dernière valeur est du même ordre de grandeur que celles obtenues pour le milieu terrestre; cependant dans des régions agricoles fertiles ou dans certaines forêts, on peut atteindre des taux de 10 $gCm^{-2}j^{-1}$ et plus, ce qui porte à penser que la production des divers océans est inférieure à la production terrestre.

Des mesures ont été effectuées afin de déterminer le patron de la répartition spatio-temporelle de la production primaire et de la biomasse phytoplanctonique dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. On y a remarqué que le cycle annuel est caractérisé par une production phytoplanctonique essentiellement estivale (de juin à septembre) et que la productivité primaire annuelle moyenne de 104 $gC\ m^{-2}\ a^{-1}$ est peu élevée par rapport à des eaux côtières de la même latitude, en raison principalement de la courte saison de production.

Plusieurs études ont été conduites récemment sur la mesure de la production primaire en milieu marin. A titre indicatif, on retrouve au tableau ES.1 les résultats d'une série de mesures effectuées dans des environnements semblables.

TABLEAU ES. 1

La productivité phytoplanctonique dans différents milieux

Type de milieux	Localisation	Estimation de la production ($gCm^{-2}.a^{-1}$)	Référence
Estuaire	Saint-Laurent	11 à 178	Thériault et Levasseur (1985)
	Saint-Laurent	500 (?)	Steven (1974)
	Saint-Laurent	50	Sinclair et Al (1976)
	Golfe du Saint-Laurent	178	Sévigny et Al (1979)
	Hudson	200	Malone (1977)
	Bristol Channel	7 à 165	Joint & Pomeroy (1981)
	Waseaw	90	Turner et Al (1979)
	Morlaix Bay	314	Wafar et Al (1983)
	Peconic Bay	162 à 213	Bruno et Al (1980)
	Barmer Island	400	Lively et Al (1983)
Détroit	Long Island	380	Riley (1956)
	Puget	465	Winter et Al (1975)
	Détroit de Georgie	150 à 500	Stockner et Al (1979)
Baie	Sainte-Marguerite	190	Platt (1971)
	Bedford Basin	220	Platt (1975)
	Narragansett	218 à 429	Oviatt et Al (1981)
Plateau Continental	Banc de Georges	225 à 415	O'Reilly et Bush (1984)
	Golfe du Maine	260 à 470	O'Reilly et Bush (1984)
	Côte Washington, Orégon	80 à 152	Anderson (1964)
	Plateau de la Nouvelle-Écosse	102 à 128	Mills et Fournier (1979)

Source: Thériault et Levasseur, 1985

La variation de la productivité en milieu marin dépend de plusieurs facteurs, dont la durée du cycle de reproduction des diatomés (algues), les différences de latitude, la luminosité et l'importance relative de la zone photique (éclairée).

Étant donné sa taille et ses caractéristiques morphométriques propres, l'estuaire du Saint-Laurent devrait être comparé à des zones côtières ouvertes plutôt qu'à des détroits ou des zones côtières de faible profondeur.

3. L'ÉCOLOGIE ET LA DYNAMIQUE DES ZONES CÔTIÈRES ET ESTUARIENNES

En bordure des océans et des mers, on retrouve une zone plus ou moins étroite et de profondeur moindre (0 à 200 m) que les mers et que l'on désigne sous le nom de plateau continental. Étant situé dans sa majeure partie dans la zone euphotique, le plateau continental supporte une faune et une flore benthiques abondantes qui diffèrent de celles des eaux plus profondes. Ces eaux sont plus riches en nutriments et plus productives que les eaux du large. La turbulence, l'action des vagues, le phénomène "d'upwelling", l'apport des sédiments et des nutriments par les fleuves et les rivières conditionnent cette diversité et cette plus grande productivité.

Dans les estuaires, le gradient de salinité entre l'eau douce et l'eau de mer varie selon les marées et l'apport d'eau douce. Ces zones sont utilisées aussi bien comme zone de reproduction que de séjour ou d'alimentation par une foule d'organismes marins. Cette variabilité des conditions physico-chimiques, jointe à l'effet des marées, des courants et des sédiments, fait de ces écosystèmes des zones très dynamiques auxquelles les échanges avec le milieu et la diversité des organismes confèrent une grande productivité et une importance dans l'écosystème marin.

3.1 LE PHYTOPLANCTON

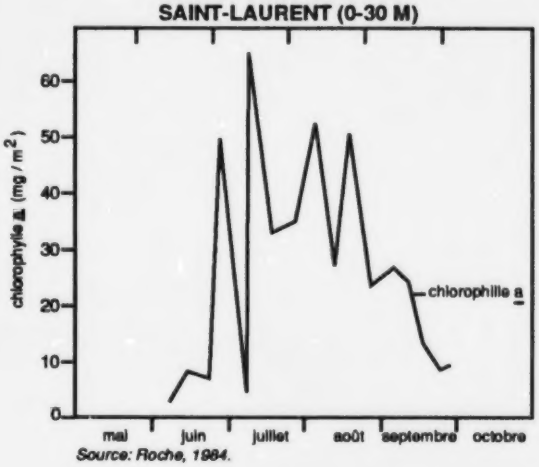
Le phytoplancton englobe toutes les algues unicellulaires se maintenant dans la colonne d'eau et produisant la matière organique par voie de photosynthèse. Sous nos latitudes, la photosynthèse est généralement à son maximum au printemps.

Dans l'estuaire maritime, la période d'abondance maximale du phytoplancton est retardée par rapport au temps d'apparition de la floraison printanière dans le golfe Saint-Laurent. En fait, le cycle de production annuelle pour l'estuaire ne débute pas avant la dernière moitié du mois de juin. La figure ES. 4 illustre la distribution temporelle de la biomasse phytoplanctonique mesurée à l'aide de la chlorophylle "a".

L'estuaire maritime du Saint-Laurent constitue un milieu productif, durant toute la saison estivale, comportant des fluctuations de biomasse associées à des modifications de la qualité lumineuse, engendrées principalement par les effets de la marée de vive-eau et de morte-eau.

La distribution spatiale du phytoplancton n'est pas uniforme dans l'estuaire maritime, car elle est liée à la turbidité des eaux durant la période printanière et associée aux différentes masses d'eau qui composent l'estuaire durant la saison estivale.

FIGURE ES.4
DISTRIBUTION TEMPORELLE DE LA BIOMASSE PHYTOPLANCTONIQUE DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT (0-30 M)



Source: Roche, 1984.

Dans le nord-ouest du golfe, on observe une biomasse phytoplanctonique plus élevée que dans l'ensemble du golfe. Cette zone serait préférentiellement enrichie par des sédiments nutritifs provenant de l'estuaire maritime du Saint-Laurent durant la saison estivale. De plus, la production primaire est plus élevée près de la côte gaspésienne que sur la côte nord, à l'ouest de l'île d'Anticosti. Ce phénomène est lié à l'enrichissement préférentiel des éléments nutritifs par la dynamique du courant de Gaspé.

Dans le détroit de Northumberland, on remarque que la biomasse phytoplanctonique est légèrement plus élevée qu'au nord de l'île-du-Prince-Édouard. En fait, la biomasse phytoplanctonique mesurée proviendrait de populations exogènes produites dans les estuaires à haut-fond du nord de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick.

De façon générale, la région du golfe à l'est de l'île d'Anticosti semble la moins productive. Dans ce contexte, le détroit de Belle-Isle constitue la zone la

plus pauvre en biomasse phytoplanctonique, à l'exception de la période automnale où la production primaire y est légèrement supérieure.

Le phytoplancton de l'estuaire maritime possède donc une distribution spatio-temporelle différente de celle observée dans le golfe du Saint-Laurent. Dans l'estuaire maritime, le cycle de développement est fonction de la qualité lumineuse alors que dans le golfe, la disponibilité des éléments nutritifs demeure le principal facteur déterminant.

3.2 LE ZOOPLANCTON

Le zooplancton, qui englobe tous les organismes animaux vivant dans la zone pélagique (haute mer), est le principal responsable de la production secondaire dans l'écosystème marin. Puisqu'il constitue la source première de nourriture pour la majorité des espèces de poissons (du moins à certains stades de développement de ces derniers), il supporte cette ressource commerciale importante que sont les pêcheries. Le zooplancton entre aussi dans la diète alimentaire de certains oiseaux et mammifères marins.

Les cartes de la figure ES .5 illustrent la distribution spatiale mensuelle de la biomasse zooplanctonique évoluant au cours des saisons. En avril, à titre d'exemple, on peut distinguer trois zones différentes. L'estuaire maritime présente une biomasse zooplanctonique plus forte que la partie centrale du golfe, alors que la région du détroit de Belle-Isle a une biomasse plus faible que les deux zones précédentes.

Dans le territoire à l'étude, la biomasse zooplanctonique dominée par les copépodes (petits crustacés) varie avec les saisons. Elle présente un maximum de concentration durant les mois d'été et le début de l'automne et une diminution en octobre et novembre.

La biomasse est relativement stable dans l'estuaire maritime, se chiffrant en moyenne entre 25 et 80 mg m^{-3} (poids sec) et entre 50 et 100 mgm^{-3} (poids sec) pendant les mois d'été. La biomasse maximale zooplanctonique apparaît dans les zones au sud et à l'ouest des îles-de-la-Madeleine (plus de 100 mg m^{-3}, poids sec) au printemps et à la fin de l'été.

Dans l'est du golfe, l'augmentation printanière du zooplancton n'est pas prononcée. Les concentrations retrouvées dans la partie nord-est du golfe, à l'entrée du détroit de Belle-Isle sont généralement beaucoup plus basses que celles du sud-ouest du golfe. Il en est de même pour le détroit de Cabot, où la biomasse zooplanctonique est généralement inférieure à 25 mg m^{-3} (poids sec), soit moins que dans l'ensemble des zones inventoriées du golfe.

3.3 LES MACROPHYTES ET LES ALGUES

La zone littorale s'avère essentielle pour le milieu marin en constituant l'un des écosystèmes parmi les plus productifs de ce milieu. En effet, elle se révèle indispensable à plusieurs espèces aquatiques et même terrestres en leur fournissant soit un abri, soit une aire de reproduction ou d'alimentation. Or, les différentes populations végétales littorales (algues et plantes de marais) contribuent dans une large part à ces différents éléments. Elles assurent dans certains cas l'équilibre biologique (par exemple les relations laminaires-oursins-homards) ou physique (les marais et l'érosion de la côte) de l'écosystème littoral.

Le golfe du Saint-Laurent, tout particulièrement le détroit de Northumberland et les côtes de l'île-du-Prince-Édouard, est reconnu comme l'une des régions les plus riches en algues exploitables au monde. Au début de l'année 1981, pour l'ensemble des Maritimes, on estimait la récolte annuelle aux environs de 38 000 tonnes (poids humide) , soit une valeur d'environ 5 millions de dollars.

3.4 LES ORGANISMES DES MARÉCAGES INTERTIDAUX

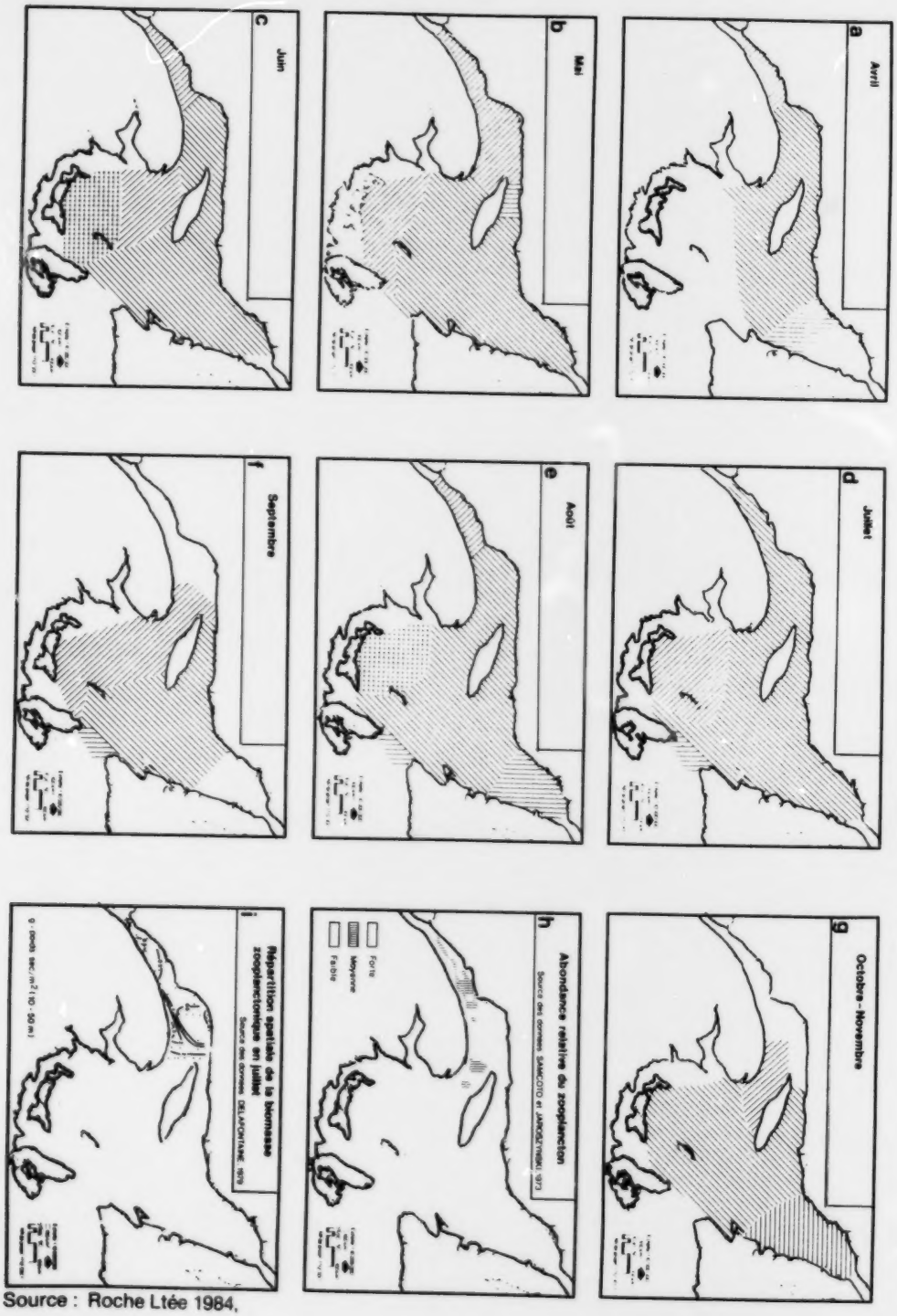
Le marécage intertidal (synonyme ici de marais salé, marais saumâtre, marais salant) se définit comme toute portion de terre couverte de végétation, à dominance de plantes vasculaires aquatiques, et inondée en permanence ou soumise à l'action des marées. Ce type d'habitat fait ainsi la transition entre le milieu marin et le milieu terrestre.

Le marécage intertidal représente l'une des communautés les plus productives de l'écosystème estuarien. Il en va de même partout ailleurs sur la planète. La zone marécageuse joue un rôle essentiel dans l'équilibre de l'écosystème côtier et ce, à différents niveaux (physique, chimique, biologique), tant dans les milieux terrestres qu'aquatiques.

Du point de vue de la faune, le marécage intertidal abrite une multitude d'organismes (crustacés, insectes, poissons, oiseaux, mammifères terrestres), qui y trouvent abri, nourriture ou aire de croissance. La faune avienne, notamment la sauvagine et les oiseaux de rivage, est intimement liée aux marécages, ceux-ci représentant les principales aires de nidification et de repos de ces oiseaux.

Face à ces éléments, on réalise l'importance vitale que représente le marais intertidal pour l'écosystème marin. Les marécages intertidaux de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent n'échappent pas à la règle et, de surcroît, représentent une superficie importante des terres marécageuses encore existantes pour le Canada.

Figure ES5 Zooplancton: distribution de la biomasse



Source : Roche Ltée 1984.

La répartition et la superficie des principaux marécages de même que leurs unités floristiques caractéristiques sont présentées au tableau ES .2.

Quatre variantes de marécages ont été observées dans la zone à l'étude (estuaire du Saint-Laurent, Côte-Nord, péninsule gaspésienne et maritime, îles-de-la-Madeleine), leur structure et leur composition floristique variant selon la conformation du littoral et le type de sédiment.

Les différentes composantes végétales du littoral présentent une valeur non négligeable pour l'équilibre de l'écosystème côtier, particulièrement en ce qui a trait aux marécages intertidaux. Il existe de nombreuses interrelations entre les algues, les plantes de marais et les espèces animales. Il est alors permis de croire que la disparition d'une espèce végétale importante pourra être une des causes possibles de déséquilibre au sein de l'écosystème littoral.

TABLEAU ES. 2

Répartition et superficie des principaux marécages intertidaux de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (adapté de Dryade,1980)

Secteur	Sous-secteur	Superficie (ha)			
		Sa	Se	He	Total
Estuaire					
-Côte nord	Grandes-Bergeronnes				
	Forestville	116	—	256	379
	Forestville - Baie Comeau	306	—	426	723
	Total estimé pour l'ensemble de la côte	477	—	725	1202
-Côte sud	Baie de Kamouraska - Andréville	246	150	360	736
	Rivière-du-Loup - Île-Verte	973	290	431	1654
	Trois-Pistoles	153	18	6	177
	Rimouski	117	50	31	198
	Total estimé pour l'ensemble de l'estuaire	1604	528	889	3031
	Total estimé pour l'ensemble de l'estuaire	2134	536	1703	4418
-Côte nord du golfe du Saint-Laurent	Baie de Sept-Îles	88	—	130	218
	Baie Saint-Laurent	—	—	92	92
	Baie Washincoutai	—	—	124	124
	Gethsemai	—	—	118	118
	Baie Coacoachou	—	—	96	96
	Baie des Rochers	—	—	91	91
	Saint-Augustin	—	—	128	128
	Total estimé pour l'ensemble de la côte Nord	88	—	1249	1337
-Péninsule gaspésienne	Baie de Gaspé	—	—	327	327
	Baie de la Malbaie	—	—	131	131
	Baie de Tracadizash	22	10	98	130
	Restigouche	66	27	210	243
	Total estimé pour l'ensemble de la Péninsule	93	37	1090	1230
				Bm	
-Îles-de-la Madeleine	Le Havre-Aubert	142	14	171	327
	Le Havre-aux-Maisons	—	295	12	307
	Grosse Île, Pointe-aux-Loups, Île de l'Est	6	254	711	971
	Total estimé pour l'ensemble des îles	197	550	1413	2200

Sa: Pré salé à spartine alterniflore
Se: Prairie à spartine étalée
He: Herbaçaie salée
Bm: Bas marais
Source: Roche, 1984

3.5 LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES

La répartition de la faune benthique (organisme vivant en étroite relation avec le fond) est fonction de plusieurs facteurs abiotiques du milieu dont les principaux sont la texture du sédiment, la bathymétrie, les variations de la température et de la salinité. C'est toutefois l'effet combiné de ces facteurs, associé aux facteurs biotiques des espèces (tolérance, reproduction, etc.), qui influe sur la répartition du benthos.

La population benthique du golfe et de l'estuaire maritime du Saint-Laurent englobe un très grand nombre d'espèces dont certaines jouent un rôle prépondérant au sein de l'économie.

Les espèces non exploitées les mieux représentées dans le chenal Laurentien au sud-est de l'Île d'Anticosti sont l'oursin, l'étoile de mer, suivis des polychètes et de quelques représentants d'autres familles de polychètes tels que les Amphraretidae, les Nereidae, ainsi que des mollusques.

Les plus fortes biomasses se rencontrent dans le détroit d'Honguedo (entre l'Île d'Anticosti et la Gaspésie) et au sud de la péninsule gaspésienne. L'estuaire maritime présente une richesse assez grande en espèces, qui n'est toutefois notoire que dans la partie supérieure et le long de la rive sud.

Le golfe du Saint-Laurent est une région assez productive en ce qui a trait aux invertébrés commercialement exploitables (voir figure ES .6).

La disponibilité des ressources est particulièrement élevée dans le sud-ouest du golfe où les principales espèces exploitées (homard, crabe des neiges, pétoncles et huîtres) viennent rehausser la valeur des débarquements. Cette zone est sans contredit très productive et très rentable du point de vue économique.

La productivité de certaines régions du golfe du Saint-Laurent ne peut se traduire uniquement par le volume des débarquements obtenus. En effet, les mollusques à caractère commercial (autres que les pétoncles et les huîtres) pourraient faire l'objet d'une pêche plus intense, notamment dans l'estuaire maritime et sur la Côte Nord. Cependant, en raison de leur faible rentabilité, qui est reliée à une exploitation trop coûteuse, l'effort de pêche est restreint et masque la véritable productivité des zones explorées.

3.6 LES POISSONS

3.6.1 Les poissons démersaux et pélagiques

L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent sont mondialement reconnus pour la richesse de leurs ressources halieutiques, dont notamment leurs différents stocks de poissons qui fournissent une pêche abondante et variée. Les principaux poissons exploités commercialement peuvent être divisés en deux groupes, selon leur mode de vie: les poissons démersaux, c'est-à-dire ceux qui, comme la morue, vivent près du fond, et les poissons pélagiques, qui sont plutôt indépendants du substrat, comme le hareng ou le maquereau.

Les habitats nombreux et diversifiés de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent abritent une centaine d'espèces de poissons démersaux et pélagiques qui y trouvent tous les éléments nécessaires à leur survie. Une liste des principales espèces est donnée aux tableaux ES.3 et ES.4.

Tableau ES.3
Liste des principales espèces démersales du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent

Espèce	Habitat*	Présence significative	Intérêt commercial
Aiglefin	S-V	Sud-est du golfe	X
Baudroie d'Amérique	S-V	Ensemble du golfe	
Chaboisseau bronzé	S-R	Ensemble du golfe et estuaire	
Chaboisseau à épines courtes	R	Nord du golfe	
Flétan atlantique	S-V	Nord du golfe et estuaire	X
Flétan Groenland	S-V	Ensemble du golfe et estuaire	X
Goberge		Sud-est du golfe	X
Limande à queue jaune	S	Sud-est du golfe	X
Loup atlantique	R	Sud-est du golfe	
Lycode	S-R	Ensemble du golfe	
Merluche	S	Ensemble du golfe	X
Morue	S-V	Ensemble du golfe et estuaire	X
Plie canadienne	S-V	Ensemble du golfe et estuaire	X
Plie grise	V	Ensemble du golfe et estuaire	X
Plie rouge	V-G	Ensemble du golfe et estuaire	X
Poule de mer	R	Ensemble du golfe et estuaire	
Raie épineuse	S-V	Ensemble du golfe et estuaire	
Sébaste **	V	Ensemble du golfe et estuaire	X
Sigouine de roche	MGI	Ensemble du golfe et estuaire	

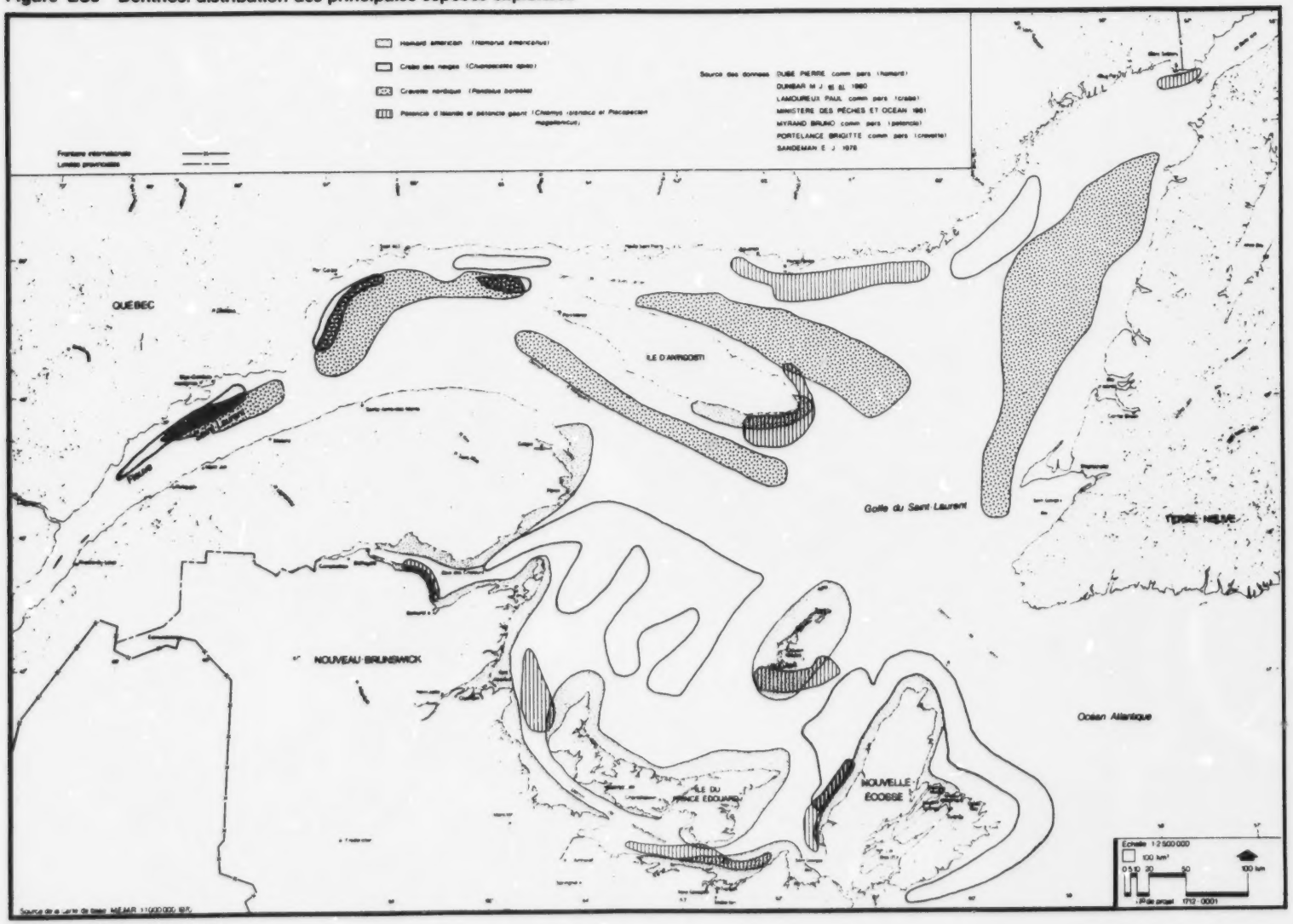
* S= sableux R= rocheux V=vaseux I= intertidal G= gravier
** Cette espèce peut quelquefois être pélagique
Source: Roche, 1984

Tableau ES.4
Liste des principales espèces pélagiques du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent

Espèce	Présence significative	Intérêt commercial
Capelan	Nord-ouest du golfe et estuaire	X
Éperlan	Ensemble du golfe et estuaire	X
Hareng	Ensemble du golfe et estuaire	X
Maquereau	Sud du golfe (Baie des chaleurs et Iles-de-la-Madeleine)	X
Merlu argenté	Sud du golfe	X
Thon rouge	Sud-ouest du golfe, Anticosti	X

Source: Roche, 1984

Figure ES6 Benthos: distribution des principales espèces exploitées



Source : Roche Ltée 1984.

La biologie et l'état des stocks des espèces ayant un grand intérêt commercial sont assez bien connus, facilitant ainsi l'estimation de la biomasse de ces populations. Leur dynamique est suivie annuellement et, afin de ne pas mettre en danger la survie de l'un de ces stocks, une réglementation sur le volume de débarquements est établie à partir, entre autres, des captures annuelles ainsi que de l'effort de pêche spécifique consenti. C'est le cas par exemple de la morue, du sébaste, des plies et du capelan.

3.6.2 Les poissons diadromes

Le qualificatif "diadrome" est appliqué ici aux poissons qui fréquentent à tour de rôle les milieux marin et dulçaquicole (eaux douces) ainsi qu'à ceux qui vivent en eau saumâtre (peu salée).

Les poissons diadromes peuvent être divisés en trois groupes distincts: les anadromes, c'est-à-dire ceux qui vivent en eau salée et se reproduisent en eau douce, les catadromes, qui vivent en eau douce et se reproduisent en mer et enfin les euryhalins, qui tolèrent l'eau saumâtre et se reproduisent en eau douce, salée ou saumâtre. Le tableau ES.5 donne la liste des principaux poissons diadromes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

L'aire de distribution des poissons diadromes est intimement reliée aux zones côtières et, souvent, aux habitats estuariens. Quant aux espèces qui s'éloignent des côtes, la chronologie et les directions de leurs mouvements en mer sont généralement peu connues, sauf dans le cas du saumon dont on peut identifier des routes de migration probables (figure ES.7).

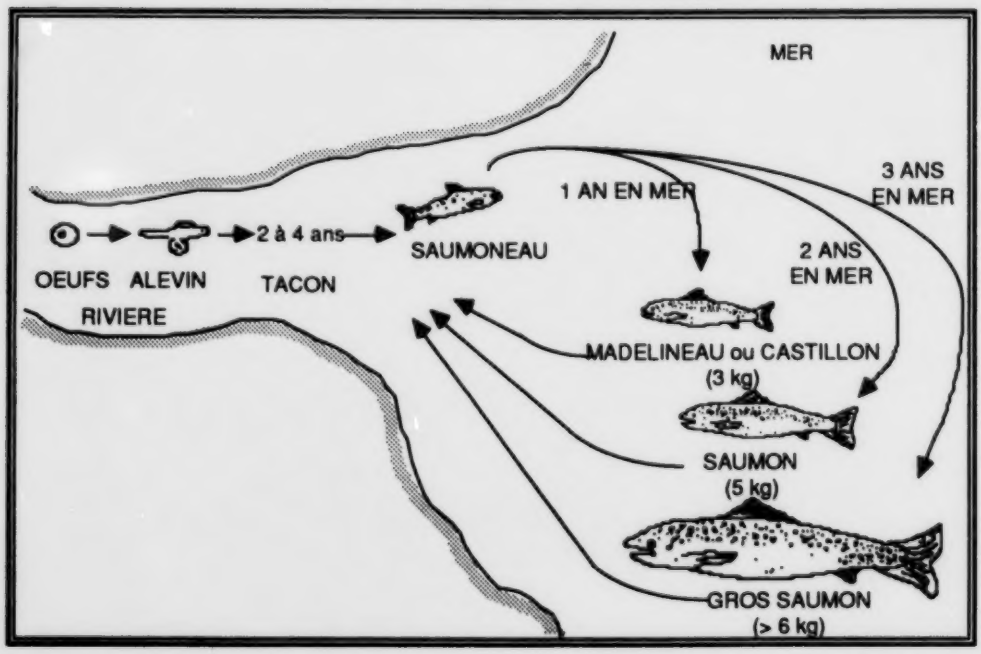
TABLEAU ES. 5

Liste des poissons diadromes de l'estuaire du Saint-Laurent

A) Espèces anadromes	B) Espèces catadromes
Lamproie marine	Anguille d'Amérique
Esturgeon noir	
Gaspareau	**C) Espèces euryhalines**
Alose savoureuse	
Truite-arc-en-ciel	Fondule barré
Saumon atlantique	Choquemort
Omble chevalier	Poulamon atlantique
Omble de fontaine	Épinoche à quatre épines
Éperlan arc-en-ciel	Épinoche à trois épines
Bar perche	Épinoche tachetée
Bar rayé	Épinoche à neuf épines
	Capucette

Source: Roche, 1984

Figure ES.7
Cycle vital du saumon de l'atlantique



Source: Ministère des Pêches et Océans, 1985.

Le saumon atlantique est incontestablement le plus prestigieux de tous les poissons anadromes exploités commercialement. Sa valeur marchande est très élevée, compte tenu de la forte demande et de sa rareté relative. Bien qu'il ait déjà été fort abondant dans la région à l'étude, il a subi, au cours des siècles, une exploitation soutenue qui a conduit à une diminution inquiétante des stocks. Pour certains auteurs, le saumon atlantique doit être considéré comme une espèce menacée. De fait, la pêche a dû être interdite en plusieurs endroits afin d'assurer le maintien des stocks de cette espèce recherchée.

Les poissons du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent constituent donc une ressource inestimable qu'il convient de protéger. La surexploitation exercée au cours des dernières décennies a causé des diminutions importantes de certains stocks, qui se reconstituent difficilement. Les études scientifiques, qui se multiplient de plus en plus, démontrent l'importance d'une exploitation raisonnée et contrôlée pour la survie des activités de pêche.

Bien que les espèces non commerciales soient moins connues, elles n'occupent pas moins une place importante au sein des communautés animales, servant de proies aux poissons, oiseaux ou mammifères. Chacune a son rôle dans l'écosystème et les changements qui surviennent à un niveau peuvent se répercuter dans toute la chaîne alimentaire.

3.7 LES OISEAUX

La région du golfe du Saint-Laurent est caractérisée par une faune avienne aussi abondante que diversifiée. En effet, plusieurs espèces d'oiseaux marins, côtiers ou de rivage nichent dans l'estuaire ou le golfe durant la saison estivale. De plus, plusieurs oiseaux migrateurs y font escale au printemps et à l'automne, et un grand nombre d'entre eux séjournent dans les zones qui restent libres de glace au cours de l'hiver.

La situation des principales colonies d'oiseaux aquatiques de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent est fournie à la figure ES. 8.

On a jugé bon de classer les espèces comme étant "pélagiques", "côtières" ou "littorales", bien qu'il n'existe pas de réelles discontinuités entre ces catégories. Les espèces "pélagiques" vivent habituellement en pleine mer, hors de la vue des côtes, pendant toute l'année sauf évidemment pendant la saison de reproduction.

Les oiseaux "côtiers" sont ceux qui montrent une prédilection pour les eaux recouvrant le plateau continental et qui se rencontrent rarement en haute mer. C'est dans ce groupe que l'on compte le plus grand nombre de représentants dans le golfe (marmettes, fous de Bassan, etc.). Enfin, les espèces "littorales" sont celles qui dépendent des eaux peu profondes immédiatement adjacentes aux côtes ou encore de la zone intertidale (cormorans, canards de mer, hérons, etc.).

L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent abritent de grandes concentrations d'oiseaux de plusieurs espèces durant toute l'année. Les espèces ou groupes d'espèces les plus importants, tant au point de vue de l'abondance que de la distribution, sont le fou de Bassan, la mouette tridactyle, les alcidés, les goélands et l'eider à duvet.

Parmi les sites principaux, l'île Bonaventure constitue, sans contredit, un des endroits principaux pour les oiseaux de mer du golfe. En effet, cette île regroupe, en été, près de 50 000 couples d'oiseaux dont la marmette commune, la mouette tridactyle et le fou de Bassan. La colonie de fous de Bassan de l'île Bonaventure représente, à elle seule, 55 p. 100 des effectifs connus de cette espèce en Amérique du Nord.

Enfin, il convient de souligner que, quelle que soit la période de l'année, les oiseaux marins sont généralement concentrés dans des zones relativement restreintes et que, conséquemment, ils constituent une ressource particulièrement sensible aux altérations éventuelles du milieu.

3.8 LES MAMMIFÈRES MARINS

Les mammifères marins se subdivisent en deux grands groupes: les pinnipèdes et les cétacés. L'ordre des pinnipèdes regroupe les otaries, les morses et les phoques. Seuls des représentants de la famille des phoques se retrouvent dans le territoire à l'étude.

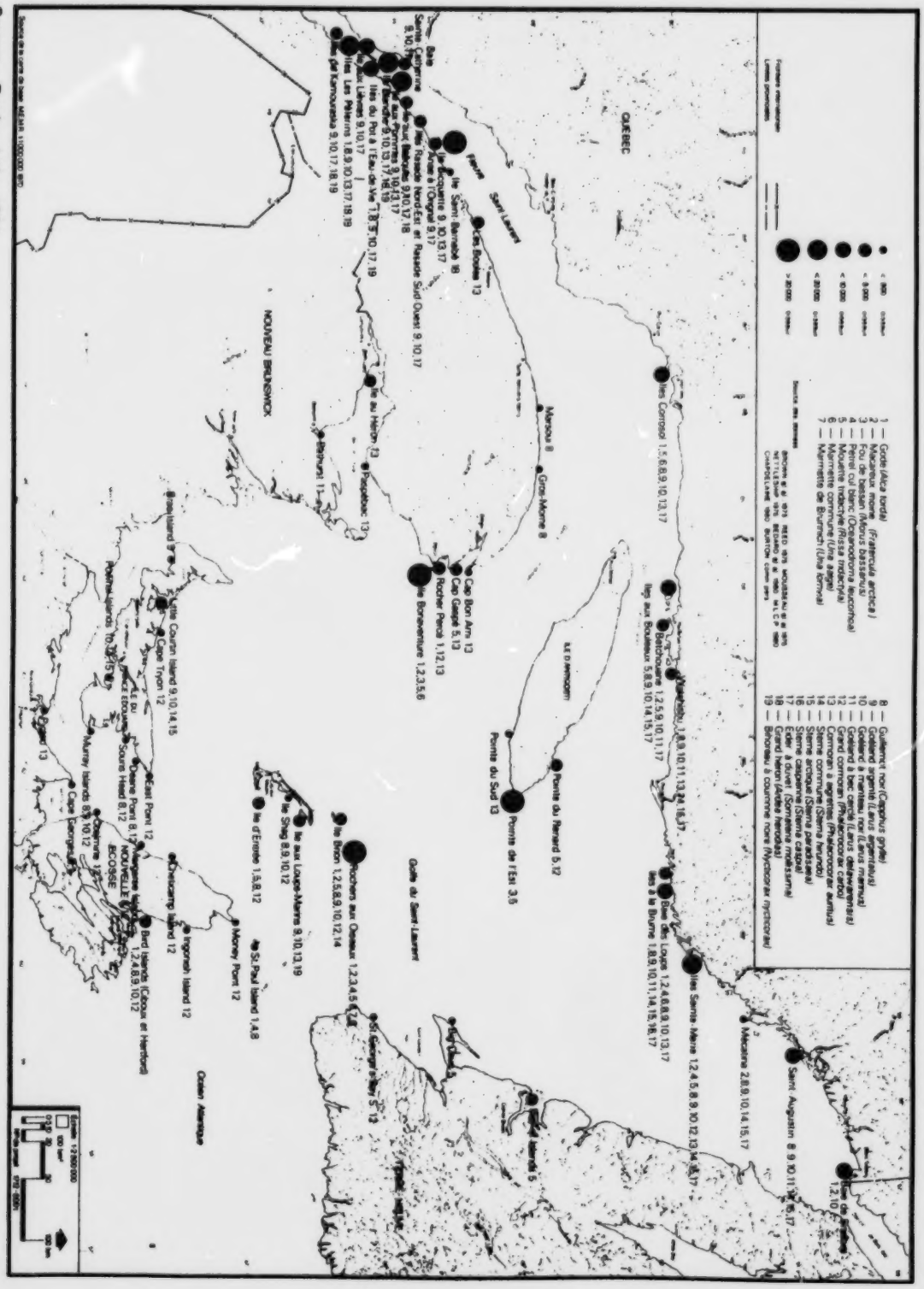
Quant aux cétacés, ils regroupent les baleines, les dauphins et les marsouins qui sont représentés par plusieurs espèces dans le golfe du Saint-Laurent.

3.8.1 Les phoques

On rencontre cinq espèces de phoques dans le golfe du Saint-Laurent. Il faut toutefois souligner que deux d'entre elles, le phoque à capuchon et le phoque annelé, ne sont observées qu'occasionnellement. Le phoque du Groenland est abondant dans le golfe du Saint-Laurent mais il y réside très peu de temps durant l'année. Quant au phoque gris, il est distribué uniformément dans le territoire à l'étude.

Le phoque commun semble le seul phocidé vulnérable. Ses colonies paraissent permanentes et son taux de croissance faible en modifie lentement le nombre déjà restreint.

Figure ES8 Principales colonies d'oiseaux


1 — Goéland (Alca torda)
2 — Macareux moine (Fratercula arctica)
3 — Macareux huppé (Cerorhinca monocerata)
4 — Pou de mer à bec (Uria aalge)
5 — Mouette tridactyle (Rissa tridactyla)
6 — Marmette commune (Uria aalge)
7 — Marmette de Brunnich (Uria lomvia)
8 — Guillemot noir (Cepphus grylle)
9 — Goéland argenté (Larus argentatus)
10 — Goéland à manteau noir (Larus marinus)
11 — Grand cormoran (Phalacrocorax carbo)
12 — Cormoran à aigrettes (Phalacrocorax auritus)
13 — Sterne commune (Sterna hirundo)
14 — Sterne caspienne (Sterna caspia)
15 — Sterne arctique (Sterna paradisaea)
16 — Eider à duvet (Somateria mollissima)
17 — Grand héron (Ardea herodias)
18 — Bihoreau à couronne noire (Nycticorax nycticorax)
19 — Macareux moine (Fratercula arctica)
Québec
Nouveau Brunswick
Nouvelle Ecosse
Ile du Prince Edouard
Terre-Neuve
Ile St Pierre et Miquelon
Golfe du Saint Laurent
Ocean Atlantique
Ile Saint Barnabé 16
Ile Coquette 9.10.13.17
Ile aux Basques 13
Ile Bonaventure 1.2.3.5.6
Ile aux Lièvres 9.10.17
Ile du Pot à l'Eau-de-Vie 1.8.9.10.17.19
Ile aux Perroquets 9.10.17
Ile aux Pommes 9.10.17
Ile au Haron 13
Pointe du Renard 5.12
Pointe de l'Est 3.5
Pointe du Sud 13
Ile aux Loups-Marins 9.10.13.19
Ile aux Shag 8.9.10.12
Ile d'Entrée 1.5.8.12
Ile aux Bois 1.2.5.8.9.10.12.14
Ile aux Oiseaux 1.2.3.4.5.12
Ile aux Canards 5
Ile aux Perroquets 5
Ile aux Pommes 5
Ile aux Pingouins 5
Ile aux Oeufs 5
Ile aux Goélands 5
Ile aux Fous

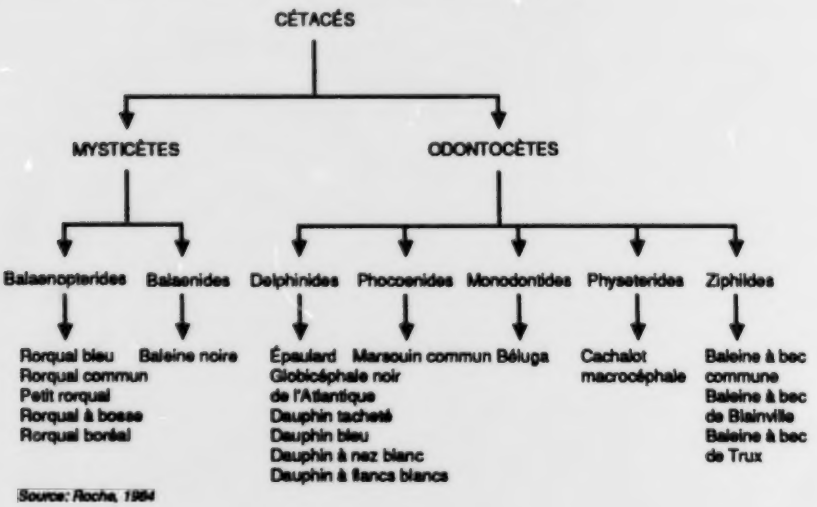
3.8.2 Les cétacés

L'information disponible sur la distribution et l'abondance des cétacés est restreinte, car la majorité des études ont été entreprises le long des côtes sans un plan systématique et complet pour l'ensemble du golfe. L'information tend donc à être concentrée sur quelques secteurs où des études intensives ont été réalisées, notamment la région de l'embouchure de la rivière Saguenay, celle de Sept-Îles, celle de Mingan et celle de la péninsule de Gaspé.

Le tableau ES.6 fournit la liste des 18 espèces présentes dans le territoire à l'étude. Celles-ci se regroupent en sept familles formant deux sous-ordres: les mysticètes qui possèdent une gueule garnie de fanons et des évents doubles, et les odontocètes dont la gueule est garnie de dents et dont l'évent est simple.

La figure ES.9 illustre l'aire de fréquentation connue des principales espèces dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, basée sur les différents points d'observation.

Tableau ES.6
Classification des cétacés
dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent



Source: Roche, 1984

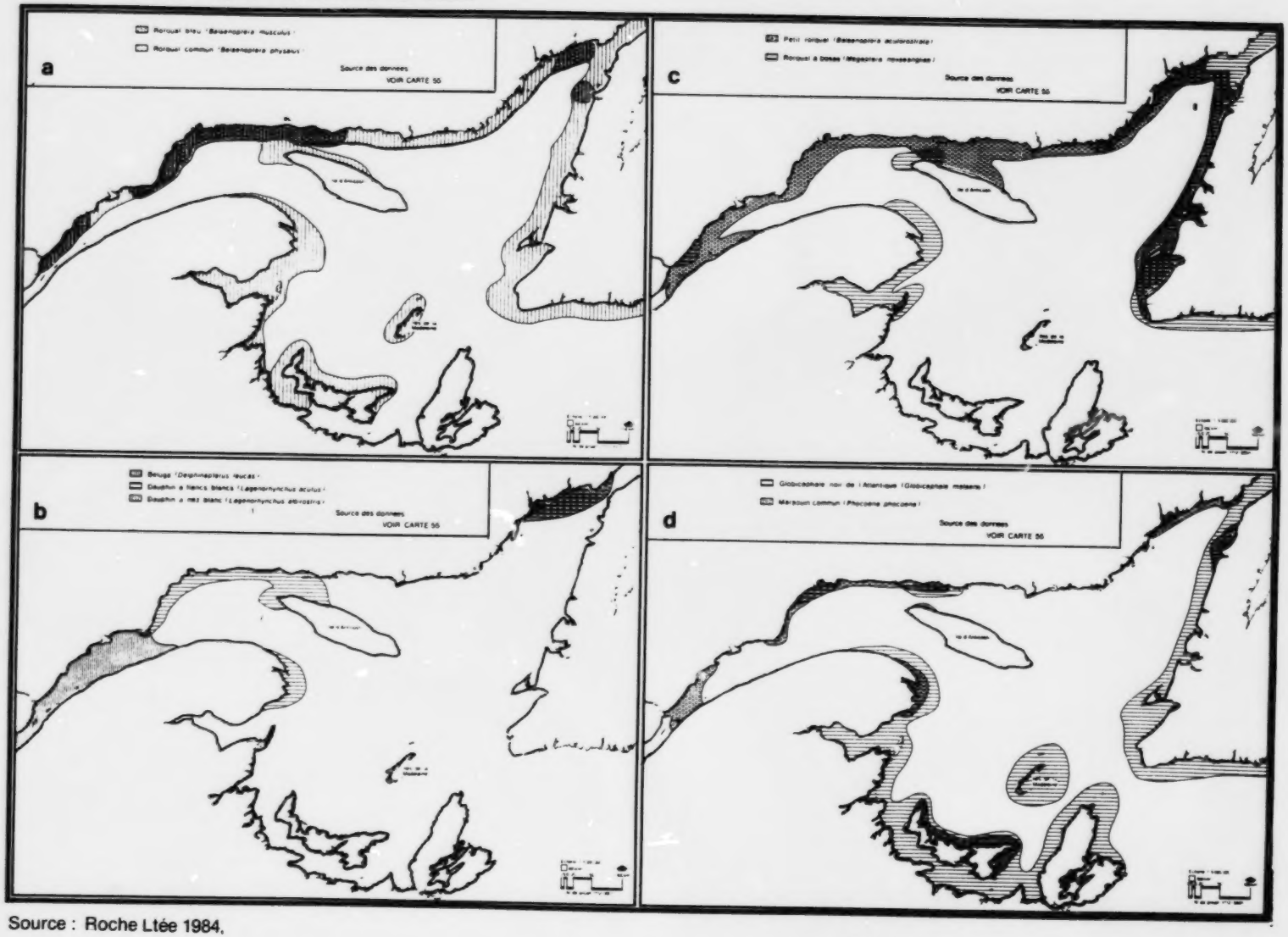
Parfaitement adaptés au milieu aquatique, les cétacés sont des mammifères qui englobent les plus gros animaux qui aient jamais vécu.

Certaines espèces doivent être classifiées comme rares ou menacées. Le Comité de sauvegarde des espèces menacées d'extinction au Québec (COSEMEQ) identifie seulement deux espèces en péril: le béluga et le rorqual bleu. La population des bélugas (Delphinapterus leucas) de l'estuaire du Saint-Laurent comptait de 350 à 700 individus en 1978. La chasse de ces animaux est maintenant interdite mais ils subissent un harcèlement constant. Les rorquals bleus (Balaeptera musculus) fréquentent, en petit nombre, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent à certaines périodes de l'année. Leur nombre est évalué à quelques centaines seulement dans le nord-ouest de l'Atlantique et, d'après le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC), le statut de ce mammifère mérite d'être précisé.

D'autres espèces peuvent être ajoutées à cette liste. Le rorqual à bosse (Megaptera novaeangliae), dont la population dans le nord-ouest de l'Atlantique n'est plus qu'entre 2 000 et 4 000 individus, serait également menacé. Le rorqual commun (Balaenoptera physalus) se trouve aussi en nombre très limité dans le golfe, sa population étant estimée à 340 individus en 1969.

Il existe plusieurs espèces de cétacés retrouvées rarement dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Le rorqual boréal (Balaenoptera borealis), la baleine noire (Eubalaena glacialis) qui est une espèce menacée, l'épaulard (Orcinus orca), le dauphin tacheté (Stenella plagiodon), le dauphin bleu (Stenella coeruleo alba), le cachalot macrocéphale (Physeter catodon) et la baleine à bec commune (Hyperoodon ampullatus) sont tous des espèces peu fréquentes. Dans la plupart des cas, les animaux observés avaient échoué sur le rivage.

Figure ES9 Aires de fréquentation connues des cétacés



Source : Roche Ltée 1984.

BIBLIOGRAPHIE

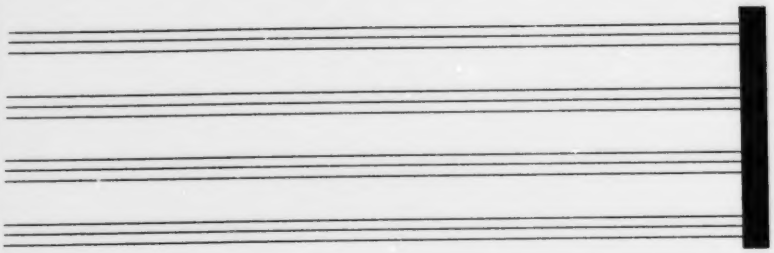
DUNBAR, M.J. (1979), "Marine Production Mechanism", Cambridge, Cambridge University Press, 228 pages.

ROCHE LTÉE 1984, Forages hauturiers d'exploration dans le golfe du Saint-Laurent: Études des répercussions environnementales, Tome 2, section 4 et 5, Tome 4 atlas cartographique.

1979, "Les grandes divisions du Saint-Laurent, "Rev. Géogr. Montréal, vol.: XXIV, no 3, p. 283 à 303.

TAIT, R.V. (1975), Elements of Marine Ecology, New-York, SprengerVerlay, 2e édition, 327 pages.

THERRIAULT, J.C., M. LEVASSEUR, (1985), "Control of Phytoplankton Production in the Lower St.Lawrence estuary: Light and Freshwater Runoff", Naturaliste Can. 112: 77-96.



CHAPITRE 4

L'AIR

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 4 - L'AIR

INTRODUCTION 121

4.1 La structure de l'atmosphère 122

4.2 La composition de l'air 122

4.3 La définition de la pollution atmosphérique 123

4.4 Le cycle de la pollution atmosphérique 123

4.4.1 L'émission des contaminants 124
4.4.2 Le transport et la transformation des contaminants 124
4.4.3 Le dépôt des contaminants atmosphériques 125

4.5 Les émissions de contaminants atmosphériques au Québec 126

4.6 L'évolution de la qualité de l'atmosphère 129

4.6.1 Le milieu urbain 129
4.6.2 Le milieu rural et forestier 130

4.7 La pollution par les substances toxiques 130

4.7.1 Les substances inorganiques 130
4.7.2 Les substances organiques 131
4.7.3 Les précipitations acides 132
4.7.4 La radiation 132
4.7.5 Les polluants de l'air intérieur 133

4.7.5.1 Les sources extérieures de contamination 133
4.7.5.2 Les sources intérieures de contamination 133
4.7.5.3 Les études et les normes de qualité de l'air intérieur 134

BIBLIOGRAPHIE 136

LISTE DES TABLEAUX

4.1 Émissions atmosphériques des principaux contaminants en fonction des secteurs d'activité au Québec en 1980 (en tonnes)

4.2 Émissions de SO_2 au Québec en 1985, en tonnes métriques

4.3 Répartition des mesures d'échantillonnage dans les agglomérations québécoises par région administrative, janvier 1986

4.4 Concentration moyenne de fluorures gazeux dans l'atmosphère de Jonquière (1975-1985)

4.5 Emissions de HAP et de BaP provenant des alumineries du Québec en 1986

4.6 Quantité de dioxines et de furannes, provenant des sources de combustion, émise annuellement dans l'atmosphère (grammes/année)

4.7 Sommaire des mesures de radon dans des habitations de quatre municipalités du Québec

4.8 Liste des lieux visés par la Loi sur la protection des non-fumeurs dans certains lieux publics

LISTE DES FIGURES

4.1 Profil vertical de la température dans l'atmosphère et nomenclature de ses subdivisions

4.2 Pollution de l'air

4.3 Échelles spatiales de la pollution atmosphérique en fonction du temps et de la distance de transport

4.4 Répartition des émissions atmosphériques en fonction des principaux contaminants, Québec (1980)

4.5 Répartition des émissions atmosphériques en fonction des principaux secteurs d'activités, Québec (1980)

4.6 Répartition proportionnelle des émissions atmosphériques provenant des principaux secteurs d'activités, en fonction des contaminants, Québec (1980)

4.7 Estimation des émissions atmosphériques de particules pour les sources à ciel ouvert, Québec (1980)

4.8 Évolution des concentrations moyennes annuelles de plomb pour quelques stations de la région de Montréal

INTRODUCTION

La terre est entourée de quelque 5,2 X 10^{15} tonnes d'air. Plus de la moitié de cette masse est contenue dans les cinq à six premiers kilomètres. Cette couche d'air est donc très mince par rapport aux 12 800 km du diamètre terrestre. De façon générale, nous définissons l'atmosphère comme étant l'air qui entoure la terre, à l'exclusion de l'air qui se trouve à l'intérieur d'une construction ou d'un espace souterrain. Après un rappel des notions utiles à la compréhension de certains phénomènes de pollution atmosphérique et de transport des polluants, un bilan des émissions atmosphériques des polluants est présenté dans une perspective temporelle.

4.1 LA STRUCTURE DE L'ATMOSPHÈRE

L'atmosphère peut être subdivisée en diverses régions, le plus souvent en fonction des variations de la température que l'on observe avec l'altitude (figure 4.1).

La couche atmosphérique la plus proche de la terre s'appelle la troposphère. On y observe, en général, une décroissance de la température avec l'altitude de l'ordre de 6,5 °C à 10 °C par kilomètre, selon que l'air est saturé ou non d'humidité. Cette décroissance de la température, appelée gradient adiabatique, est due à la baisse de pression atmosphérique.

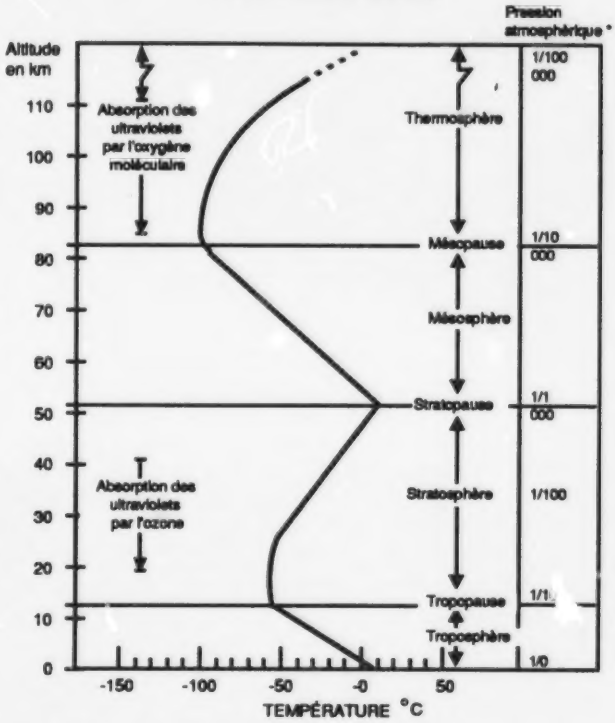
À la limite supérieure de la troposphère, les températures cessent de décroître, c'est la tropopause. L'épaisseur moyenne de la troposphère est d'environ 12 km. La partie inférieure de la troposphère est généralement appelée couche limite. On peut définir la couche limite comme étant la partie de l'atmosphère fortement influencée par l'air qui s'est trouvé en contact avec la surface terrestre, durant un jour environ. C'est dans cette petite section de la troposphère, plus haute en été qu'en hiver, d'une hauteur moyenne de 1 km, que sont émis, se dispersent, réagissent et sont transportés les contaminants atmosphériques.

La stratosphère s'étend de la tropopause jusqu'à environ 50 km au-dessus du niveau de la mer. Elle doit son existence à la couche d'ozone qui absorbe les rayons ultraviolets du soleil et permet à la stratosphère de se réchauffer jusqu'à la stratopause. La couche d'ozone stratosphérique constitue une protection contre les rayons ultraviolets.

La mésosphère s'étend au-delà de la stratopause jusqu'à la mésopause (80 km). La décroissance de la température reprend en raison de la baisse de pression.

Au-delà de 80 km, la température augmente à nouveau dans la thermosphère à cause de l'absorption par l'oxygène moléculaire d'une partie des rayons ultraviolets.

Figure 4.1
Profil vertical de la température dans l'atmosphère et nomenclature de ses subdivisions



* Fraction de la valeur observée au niveau de la mer

Source: Bisson, Michel, 1980

L'air que l'on retrouve dans l'atmosphère est composé, en volume, de 78 p. 100 d'azote, de 21 p. 100 d'oxygène et de 1 p. 100 d'autres gaz (sur la base de l'air sec). L'atmosphère contient également de la vapeur d'eau, ainsi que des particules en suspension d'origine naturelle. Celles-ci peuvent être vivantes (pollens, bactéries, spores, insectes, virus...) ou non vivantes (sable fin, poussières de sol, poussières volcaniques, embruns marins, particules atmosphériques engendrées sous l'action du rayonnement, de la chaleur et de l'humidité).

Les concentrations de certains constituants naturels de l'air sont grandement modifiées par l'ajout de divers contaminants atmosphériques. Ceux-ci peuvent être des matières solides, liquides ou gazeuses, des micro-organismes, une odeur, une chaleur, une radiation ou toute combinaison des uns ou des autres susceptible d'altérer de quelque manière la qualité de l'environnement atmosphérique.

4.2 LA COMPOSITION DE L'AIR

4.3 LA DÉFINITION DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

La pollution atmosphérique est l'état de l'atmosphère lorsqu'on y retrouve un contaminant ou un mélange de contaminants en concentration ou en quantité supérieure à un seuil au-delà duquel ils sont susceptibles, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, de créer des effets indésirables.

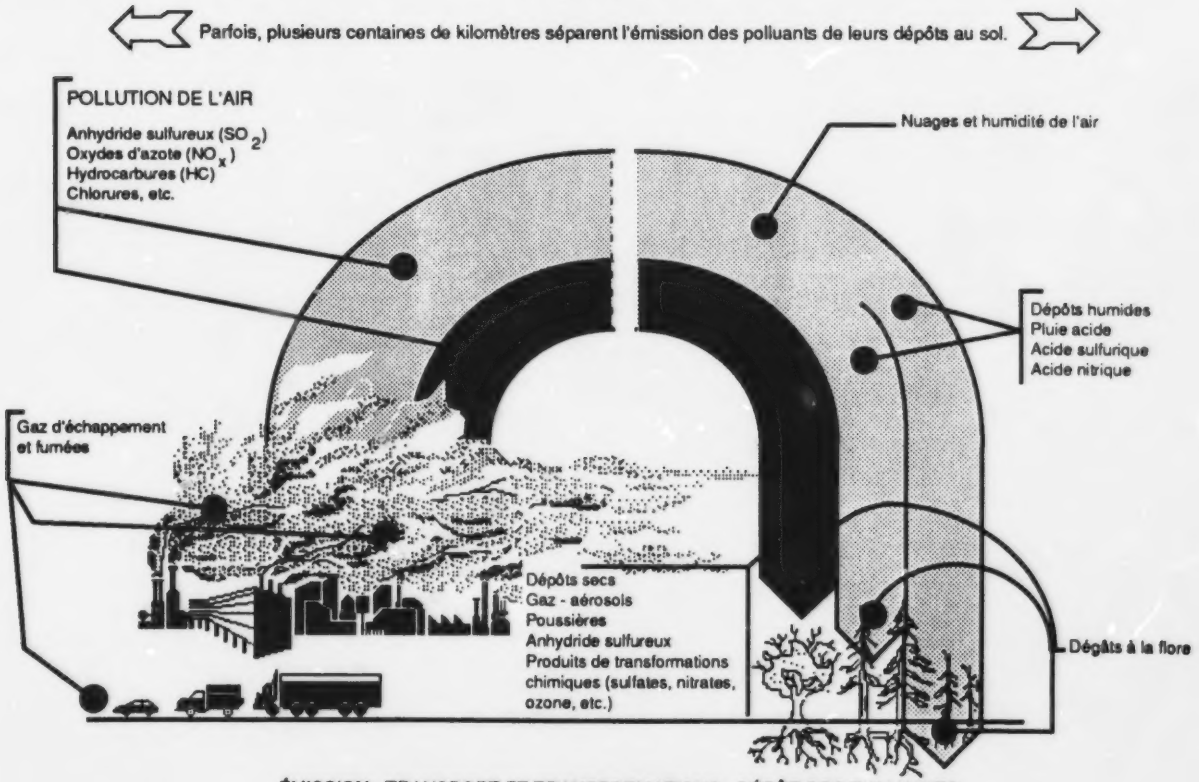
Les contaminants atmosphériques se classent en deux groupes: d'une part, les contaminants primaires qui sont émis directement dans l'atmosphère, sous forme particulaire ou gazeuse, et qui peuvent causer par eux-mêmes des effets indésirables sur un ou plusieurs milieux récepteurs; d'autre part, les contaminants secondaires, qui sont des composés, particulaires ou gazeux, découlant de réactions chimiques ou photochimiques entre certains contaminants primaires et les constituants normaux de l'atmosphère.

4.4 LE CYCLE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Le domaine spatial de la pollution atmosphérique s'étend d'une très petite échelle (quelques mètres) à une très grande échelle (celle de la planète). Quelle que soit l'échelle spatiale considérée, le cycle de la pollution atmosphérique se subdivise en trois grandes étapes: l'émission des contaminants, leur diffusion et leur transport, les mécanismes d'élimination et de dépôts sur les milieux récepteurs. Le cycle de la pollution atmosphérique est illustré à la figure 4.2.

FIGURE 4.2

POLLUTION DE L'AIR



ÉMISSION - TRANSPORT ET TRANSFORMATIONS - DÉPÔT DES POLLUANTS

Dessin réalisé par Claude Lébourneau et inspiré de "Pluies acides", Danger, Ministère de l'Environnement, France, [1985-1986]

4.4.1 L'émission des contaminants

Bien que plusieurs contaminants soient émis dans l'atmosphère par des phénomènes naturels, la pollution atmosphérique est surtout associée aux diverses activités humaines telles que l'industrie, les transports, la combustion dans des foyers fixes, l'incinération des déchets et plusieurs autres types d'activités.

La variation spatiale des concentrations atmosphériques d'un contaminant est largement tributaire de la nature et de la distribution des sources d'émission. Ces sources d'émission peuvent être continues ou discontinues dans le temps. Le volume d'émission des sources ponctuelles, comme les cheminées d'usines, les évents de toit ou les points de déchargement de matériel, varie surtout en fonction du volume de la production industrielle ou de la quantité de matières transformées. Les sources linéaires sont, la plupart du temps, identifiées aux routes et autoroutes. Leur intensité varie surtout en fonction de l'achalandage. Enfin, les sources diffuses sont très variables. Leur intensité varie en fonction de multiples facteurs: production (carrières, sablières, manutention de matériaux en vrac), saison (chauffage domestique d'une ville) et achalandage (réseau routier urbain). Elles englobent également les sources naturelles émises à l'échelle planétaire (émissions de terpènes provenant de la végétation, émissions océaniques de sulfates et de nitrates, poussières soulevées par le vent).

4.4.2 Le transport et la transformation des contaminants

Les concentrations de contaminants primaires comme le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les hydrocarbures, le monoxyde de carbone et les particules primaires sont généralement plus fortes près des sources d'émission et diminuent à mesure qu'on s'en éloigne. Cette décroissance s'explique tout d'abord par le phénomène de la dilution des contaminants dans l'atmosphère. Elle s'explique aussi par une transformation chimique de certains de ces contaminants en contaminants secondaires, à la suite de réactions avec la lumière, l'humidité de l'air ou d'autres contaminants atmosphériques.

Les conditions réelles de variations de température avec l'altitude sont cependant très souvent différentes du gradient adiabatique. Dans le domaine de la pollution atmosphérique, les différentes structures verticales de température sont importantes parce qu'elles influencent le pouvoir de diffusion des contaminants dans l'atmosphère.

La comparaison entre ces structures verticales et le gradient adiabatique sec définit les trois conditions-types de stabilité de l'atmosphère: neutralité, instabilité et stabilité.

Lorsque la température décroît verticalement au même rythme que le gradient adiabatique sec, on dit que l'atmosphère est neutre. Lorsque la décroissance de température est supérieure à celle du gradient adiabatique sec, on dit que l'atmosphère est instable. Cette condition favorise généralement la dispersion des contaminants dans l'atmosphère. Lorsque la décroissance est inférieure à celle du gradient adiabatique, on dit que l'atmosphère est stable. Cette condition, contrairement à la précédente, limite la dispersion des contaminants.

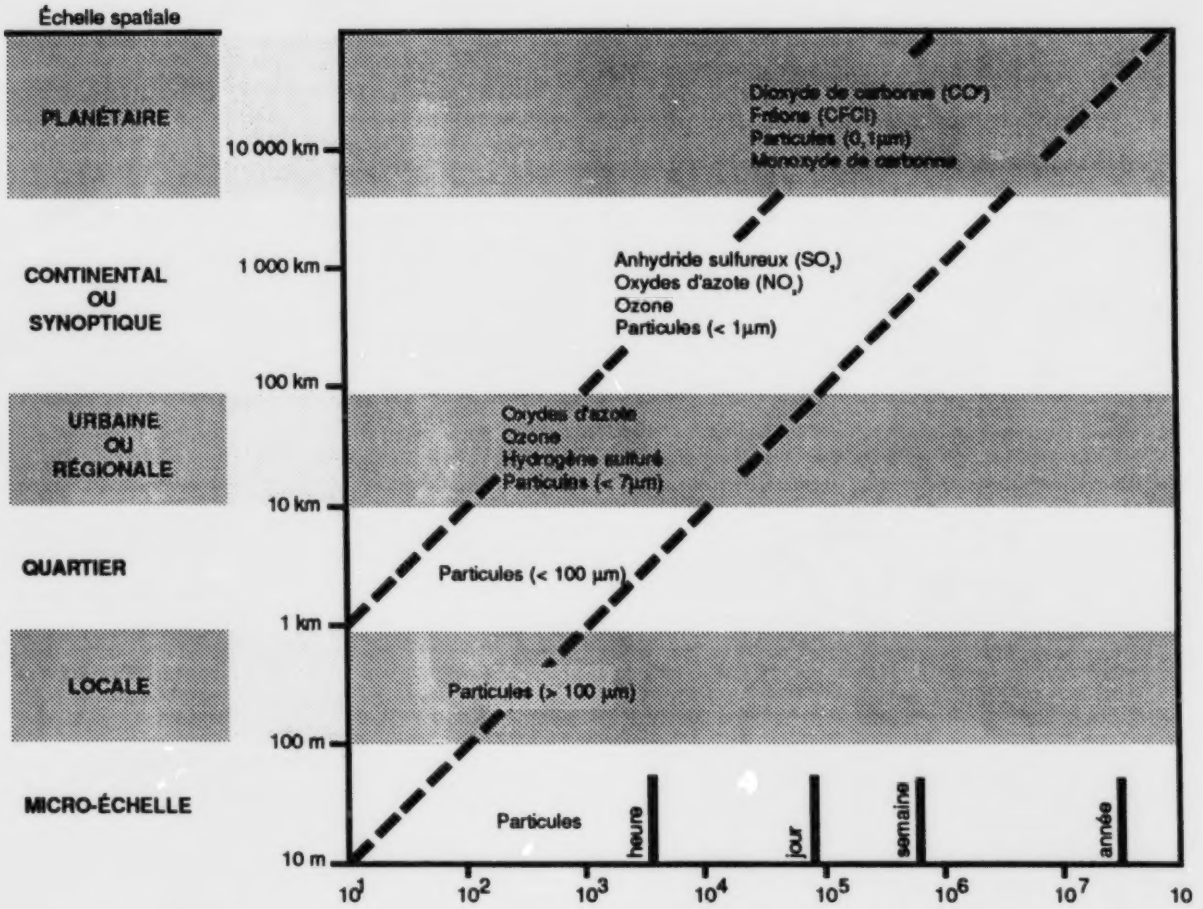
À cause de certains facteurs météorologiques, il arrive que la température de l'air augmente avec l'altitude. Cette structure verticale des températures est appelée inversion. Notons que les inversions peuvent se produire en surface ou en altitude et que des phénomènes différents sont à leur origine. La plupart des graves épisodes de pollution atmosphérique observés dans le monde ont été associés à des inversions de température.

Plusieurs autres facteurs comme la vitesse et la direction du vent, la hauteur des rejets par rapport au sol et aussi le relief influencent le transport des contaminants, tandis que d'autres facteurs encore influencent la transformation chimique des contaminants: température, rayonnement solaire, humidité et présence dans l'atmosphère d'autres contaminants.

La vitesse de transformation est plus ou moins rapide pour chaque contaminant, ce qui entraîne des durées de séjour dans l'atmosphère fort variables. Les oxydes d'azote et le dioxyde de soufre ont, par exemple, des durées de séjour qui leur permettent d'être transportés à l'échelle régionale et continentale. La figure 4.3 montre les échelles spatiales qui caractérisent certains contaminants atmosphériques en relation avec la distance de transport et le temps de séjour dans l'atmosphère.

FIGURE 4.3

ÉCHELLES SPATIALES DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE EN FONCTION DU TEMPS ET DE LA DISTANCE DE TRANSPORT



Source: Bisson, Michel, 1986.

Le dioxyde de soufre se transforme en acide sulfurique et en sulfates, les oxydes d'azote en acide nitrique et en nitrates. Ces composés, notamment les composés soufrés, peuvent parcourir de grandes distances. Les oxydants, tels que l'ozone, sont produits sous l'action du rayonnement solaire à partir des précurseurs que sont les oxydes d'azote et les hydrocarbures. La formation d'ozone est donc particulièrement élevée entre les mois de mai et de septembre. L'ozone peut être transporté sur de grandes distances. Pour leur part, les métaux lourds émis dans l'atmosphère sous forme de particules fines (moins de 1 µm) sont peu réactifs et peuvent tout aussi bien être entraînés très loin de leur point d'émission.

Le transport des contaminants atmosphériques est régi par des mouvements de l'air dont l'action peut s'exercer à l'échelle locale (vents au niveau du sol), régionale ou planétaire (vents en altitude). Aux latitudes moyennes de l'hémisphère nord, la circulation générale de l'air s'effectue d'ouest en est.

4.4.3 Le dépôt des contaminants atmosphériques

Les mécanismes d'entraînement par les précipitations sont très efficaces pour l'élimination des particules et de certains contaminants gazeux de

l'atmosphère. Cet entraînement se réalise, soit par la capture des contaminants par les gouttelettes à l'intérieur de nuages, soit par le lessivage des contaminants par la pluie ou la neige. Ces mécanismes sont aussi appelés "processus de dépôt humide".

Les mécanismes de dépôt à la surface sous-jacente, comme la sédimentation, la capture par la végétation, l'absorption, la dissolution dans les lacs et les océans, sont aussi appelés "processus de dépôt sec".

Les effets mesurés et potentiels du dépôt de ces contaminants peuvent donc se faire sentir à diverses échelles sur différents récepteurs: les êtres humains, les animaux, la végétation et les matériaux.

4.5 LES ÉMISSIONS DE CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES AU QUÉBEC

L'estimation des émissions atmosphériques de contaminants constitue un aspect important de la connaissance de la problématique de la pollution atmosphérique. Elle est utile pour l'élaboration des politiques d'assainissement, l'application et le suivi des réglementations, l'étude des effets des contaminants, la prévision de la qualité de l'atmosphère et la mise en place des réseaux d'échantillonnage.

Selon un inventaire des émissions atmosphériques d'origine anthropogénique établi en 1980 par Environnement Canada, les sources conventionnelles de pollution, qu'elles soient ponctuelles ou diffuses, ont émis au Québec 2 131 000 tonnes de monoxyde de carbone, 1 098 000 tonnes d'oxydes de soufre, 457 000 tonnes de matières particulaires, 345 000 tonnes d'hydrocarbures volatils et 291 000 tonnes d'oxydes d'azote. Le total de ces émissions se chiffrait à près de 4 321 000 tonnes. La figure 4.4 indique la part relative des émissions atmosphériques en fonction des principaux contaminants. La répartition des émissions atmosphériques en fonction des principaux secteurs d'activité est illustrée à la figure 4.5 et montre la prépondérance des émissions dues aux secteurs du transport et des activités industrielles. Les émissions atmosphériques de ces secteurs s'accaparent respectivement 45,4 p. 100 et 30,2 p. 100 des émissions totales au Québec (tableau 4.1).

Figure 4.4
Répartition des émissions atmosphériques en fonction des principaux contaminants Québec (1980)

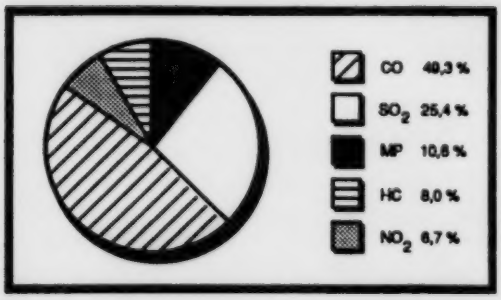


Figure 4.5
Répartition des émissions atmosphériques en fonction des principaux secteurs d'activités, Québec (1980)

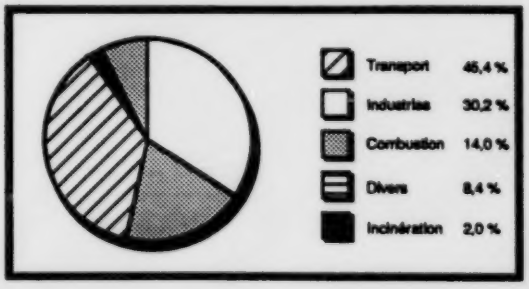


TABLEAU 4.1

ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DES PRINCIPAUX CONTAMINANTS EN FONCTION DES SECTEURS D'ACTIVITÉ AU QUÉBEC EN 1980 (EN TONNES)

Contaminants	Industrie	Combustion	Transport	Incinération	Divers	Total
Particules	322 225	60 850	20 846	6 765	45 844	456 530
SO_2	750 209	288 602	58 239	861	—	1 097 911
CO	148 665	180 992	1 513 455	73 155	214 758	2 131 025
NO_2	11 499	68 867	205 341	1 391	3 689	290 787
HC	70 168	4 587	163 914	5 840	100 150	344 659
Total	1 302 766	603 898	1 961 795	88 012	364 441	4 320 912

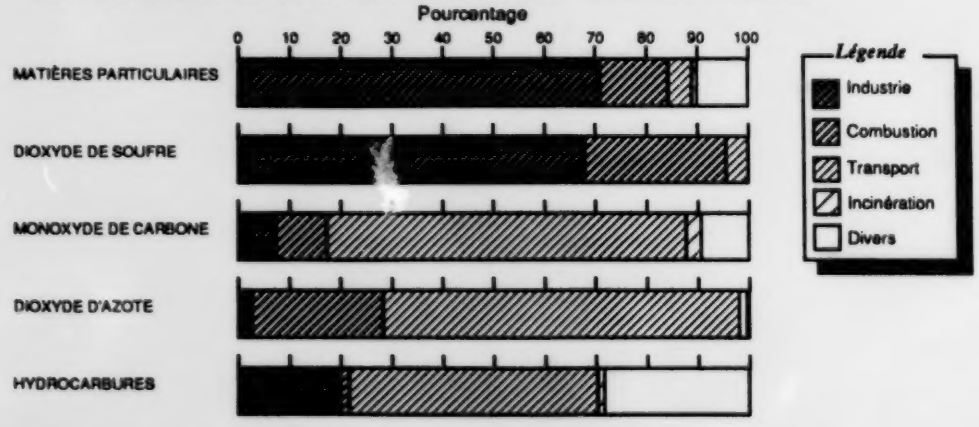
Source: Environnement Canada, 1986.

Les activités industrielles constituent la principale source d'émission de matières particulaires et d'oxyde de soufre, tandis que les émissions de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures sont surtout dues au secteur du transport (figure 4.6). En 1980, les sources industrielles majeures de matières particulaires étaient l'extraction des minerais et de la pierre, la production de minéraux (amiante, ciment) et de métaux (aluminium, cuivre, fer).

Pour leur part, les émissions industrielles de dioxyde de soufre provenaient surtout des usines d'extraction du cuivre, des usines de pâtes et papiers et des raffineries de pétrole. Les automobiles fonctionnant à l'essence sont les principales responsables des émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote. Les véhicules fonctionnant au carburant diesel constituent aussi une source importante d'oxydes d'azote.

FIGURE 4.6

RÉPARTITION PROPORTIONNELLE DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES PROVENANT DES PRINCIPAUX SECTEURS D'ACTIVITÉ EN FONCTION DES CONTAMINANTS, QUÉBEC (1980)



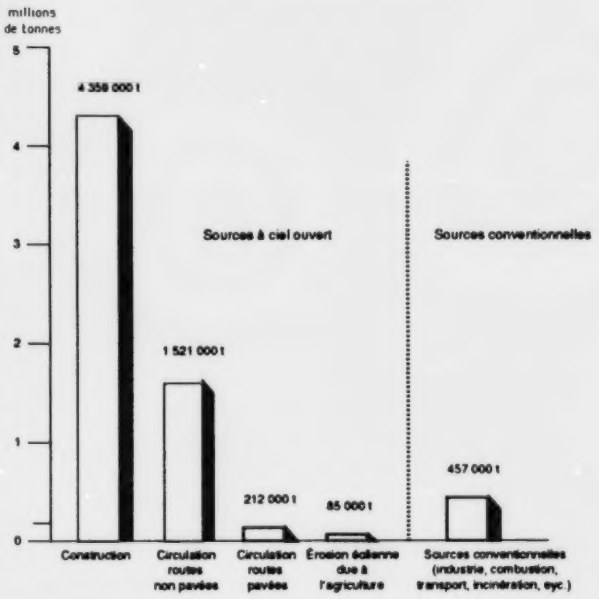
Source: Environnement Canada, 1986.

À ces émissions atmosphériques conventionnelles, il faut également ajouter d'autres sources anthropogéniques que l'on appelle "sources à ciel ouvert". Ce n'est que depuis récemment que l'on s'est intéressé à ce type de sources. En effet, on a constaté, à l'analyse des particules échantillonnées dans l'air, qu'une forte proportion de ces particules ne pouvait être attribuée à l'industrie ou à la combustion. On estime que la part de ces émissions est énorme. En 1980, elles représentaient plus de 90 p. 100 des émissions anthropogéniques.

Bien que ces émissions puissent être à l'origine de problèmes de qualité de l'air, à micro-échelle et à l'échelle locale, elles ne constituent pas une préoccupation environnementale majeure, parce qu'elles sont réparties sur l'ensemble du territoire habité et même non habité du Québec et qu'elles ne présentent pas de danger particulier pour la santé humaine et l'environnement en général. Ces principales sources sont les chantiers de construction, la circulation sur les routes (pavées et non pavées) et l'érosion éolienne due à l'agriculture (figure 4.7).

FIGURE 4.7

ESTIMATION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE PARTICULES POUR LES SOURCES À CIEL OUVERT, QUÉBEC (1980).



D'après Environnement Canada, Émissions des principaux polluants atmosphériques au Canada et tendances (1970 à 1980).

Un inventaire plus récent concernant les émissions de dioxyde de soufre, réalisé par le ministère de l'Environnement du Québec, chiffre à quelque 702 673 tonnes les émissions de ce contaminant en 1985. Bien que ce chiffre ne soit pas définitif, il représente néanmoins une réduction d'environ 36 p. 100 par rapport à celui de 1980. On trouvera le résumé de ces émissions au tableau 4.2. Les quatre cinquième de cette réduction sont permanents, alors que l'autre cinquième résulte de diminutions de production industrielle. Les réductions importantes, en 1985, sont associées au secteur de la combustion des combustibles fossiles à des fins de chauffage et des usines d'extraction du cuivre et du zinc, puis, à un degré moindre, aux autres procédés industriels et au transport.

TABLEAU 4.2
ÉMISSIONS DE SO_2 AU QUÉBEC EN 1985, EN TONNES MÉTRIQUES

Catégories	Procédé	Combustion	Total
Industrie			
Pâtes et papiers	17 392	18 642	36 034
Ferro-alliages	2 200	11	2 211
Raffineries de pétrole	6 510	8 479	14 989
Extraction (cuivre et zinc)	482 878	2 994	485 872
Alumineries	19 322	2 692	22 014
Abrasifs	4 557	3	4 560
Usines de bouletage	-	11 116	11 116
Cimenteries	14 303	4 228	18 531
Amiante	-	1 797	1 797
Industries non classées	15 018	2 094	17 112
Autres sources industrielles	3 850	17 832	21 682
Sous-total	**566 030**	**69 888**	**635 918**
Utilisation de combustibles fossiles pour la production d'énergie			
Agriculture	-	1 798	1 798
Commerces et institutions	-	9 238	9 238
Administration publique	-	947	947
Résidences	-	18 349	18 349
Autres	-	23	23
Sous-total	-	**30 355**	**30 355**
Incinération			
Transport			**35 531**
Sous-total	**869**	-	**869**
GRAND TOTAL	**566 899**	**135 774**	**702 673**

(1) Évaluation provisoire ,Source: Ministère de l'Environnement, Direction de l'assainissement de l'air, 1987.

Les émissions de dioxyde de soufre au Québec devraient se situer autour de 550 000 tonnes en 1990, soit une diminution de 49 p. 100 par rapport à 1980. Cette réduction substantielle est attendue à la suite de l'installation prochaine d'une usine d'acide à la fonderie de Noranda et d'une réduction importante de la production.

4.6 L'ÉVOLUTION DE LA QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

4.6.1 Le milieu urbain

En 1986, le réseau de surveillance de la qualité de l'atmosphère comptait 96 postes d'échantillonnage, répartis dans 51 municipalités regroupées dans 19 agglomérations urbaines (tableau 4.3). Les contaminants échantillonnés sont principalement les particules en suspension (celles plus petites que 100 µm), le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote et l'ozone. A certains postes, des analyses spécifiques sont réalisées à partir des échantillons de particules en suspension pour mesurer les concentrations de sulfates et de nitrates ainsi que des métaux comme le plomb, le cadmium, l'arsenic, le fer, le zinc, le manganèse et le magnésium.

Au cours des onze dernières années, la qualité de l'atmosphère s'est, dans l'ensemble, améliorée dans la plupart des agglomérations québécoises faisant partie du réseau d'échantillonnage (détail au chapitre 13).

TABLEAU 4.3

RÉPARTITION DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DANS LES AGGLOMÉRATIONS QUÉBÉCOISES PAR RÉGION ADMINISTRATIVE, JANVIER 1986

Région	Agglomération urbaine	nombre de postes	P.S.(1)	P.S.(2) $<_{10\ \mu m}$	Pb	MÉT.(3)	SO^4 & NO_3	R.P.(4)	SO^2	H_2S	CO	O_3	NO_x	HF
01	Murdochville	(2)	2	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-
02	Chicoutimi - Jonquière	(5)	5	1	3	1	3	1	1	-	-	-	-	1
	La Baie	(4)	4	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-
03	Québec	(11)	11	1	5	3	5	4	4	-	1	2	1	-
	Thetford Mines - Black Lake	(3)	3	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-
04	Trois - Rivières - Cap-de-la-Madeleine	(7)	7	-	1	-	1	2	2	1	-	-	-	-
	Shawinigan	(6)	6	-	1	-	1	3	1	-	-	-	-	1
	Bécancour	(3)	2	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	2
	La Tuque	(3)						3						
05	Sherbrooke	(3)	3	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	Asbestos	(2)	2	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-
06	Montréal (Région métropolitaine)	(38)	25	-	13	3	6	10	18	1	11	12	11	-
	Sorel - Tracy	(3)	3	-	1	1	3	3	-	-	-	-	-	-
	Joliette	(1)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Valleyfield	(1)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	Beauharnois	(1)	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-
	Contrecoeur	(1)	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
08	Rouyn	(2)	2	-	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-
09	Sept - Îles	(1)	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	Baie - Comeau	(1)	1	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-
TOTAL		(96)	80	2	31	18	27	36	32	2	12	14	12	4

(1) Particules en suspension
(2) Particules en suspension dont la taille est inférieure à 10 µm
(3) Autres métaux
(4) Retombées de poussières

Source: Direction de l'assainissement de l'air, Ministère de l'Environnement, 1986.

LÉGENDE	
	PB : Plomb
	SO^2 : Sulfates
	H_2S : Hydrogène sulfuré
	CO : Monoxyde de carbone
	O_3 : Ozone
	NO_X : Oxydes d'azote
	HF : Fluorures d'hydrogène

4.6.2 Le milieu rural et forestier

L'émergence de problèmes comme le dépérissement des érablières et, plus largement, de l'ensemble de la forêt québécoise a fait cruellement ressentir l'absence de données relatives au milieu rural et forestier. En 1985, des mesures d'ozone effectuées pour la première fois dans trois sites ruraux de la région montréalaise ont révélé que des dépassements de la norme (0,08 ppm sur 1 heure) sont survenus à plusieurs reprises entre juin et septembre.

Au cours de l'été 1986, cinq analyseurs d'ozone ont effectué des mesures à quatre endroits au Québec, dont trois dans la région de Montréal et un autre à Saint-François-de-l'Île d'Orléans. Bien que seulement quelques dépassements de la norme horaire aient été mesurés en juillet à Saint-François et Saint-Hyacinthe et que, dans l'ensemble, les niveaux d'ozone n'aient pas été très élevés en 1986, des dommages importants ont été causés aux cultures dans le sud du Québec (tabac, pommes de terre, haricots de conserverie, haricots secs et fèves soya), occasionnant ainsi des pertes non chiffrées sur le rendement et la qualité des récoltes.

4.7 LA POLLUTION PAR LES SUBSTANCES TOXIQUES

Depuis quelques années, l'évaluation des risques environnementaux dus à des substances toxiques inorganiques comme les métaux, les fluorures, les sulfates et les nitrates et à des substances toxiques organiques, comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines et les furannes , constitue une part importante des nouvelles préoccupations du ministère de l'Environnement du Québec en matière de qualité de l'atmosphère.

4.7.1 Les substances inorganiques

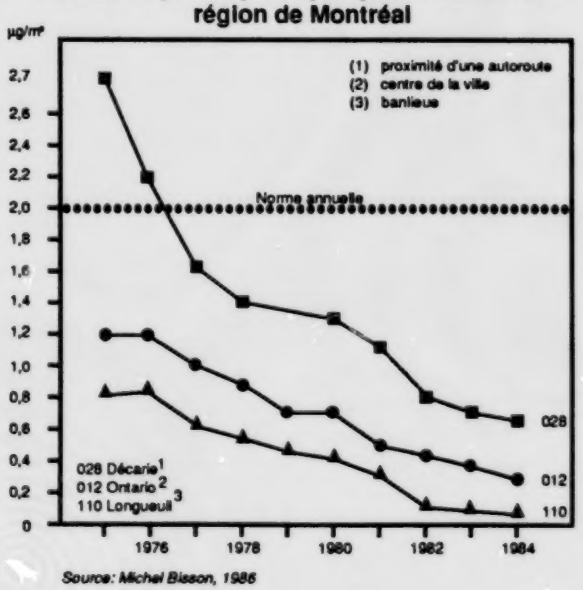
La plupart des études sur les contaminants toxiques réalisées à l'heure actuelle au Québec se limitent à la description de problématiques; les domaines de leur inventaire, de leur échantillonnage, de leur transport, de leurs impacts et de leur réglementation ont été très peu abordés.

Les métaux, les sulfates et les nitrates

Bien que nous disposions de données issues de l'analyse des échantillons de particules en suspension pour certains métaux (plomb, fer, zinc, vanadium, cadmium, arsenic et magnésium), pour les nitrates et les sulfates, seul le plomb a fait l'objet, jusqu'à maintenant, d'une étude. Celle-ci démontre que la concentration de plomb dans l'atmosphère a diminué de près de 60 p. 100 en moyenne au cours de la période 1975-1984. Cette réduction est étroitement associée à la diminution de la consommation d'essence avec plomb.

La figure 4.8 illustre bien cette réduction pour quelques postes de la région de Montréal. En 1984, les concentrations moyennes annuelles se situaient, pour la plupart des postes, à des niveaux au moins cinq fois inférieurs à la norme annuelle de 2 µg/m³.

Figure 4.8
Évolution des concentrations moyennes annuelles de plomb pour quelques stations de la région de Montréal



Source: Michel Bisson, 1986

Les fluorures

Au Québec, les alumineries représentent la principale source d'émission de fluorures dans l'atmosphère. L'industrie du phosphore et la sidérurgie constituent également des sources non négligeables de ces contaminants. Les émissions atmosphériques provenant des alumineries sont cependant les mieux connues. Ces émissions de fluorures sont présentées au chapitre 10. Les résultats de la mesure des fluorures gazeux dans l'atmosphère montrent une amélioration notable, surtout à Jonquière (tableau 4.4). Ailleurs, les données sont trop fragmentaires pour que l'on puisse porter un jugement éclairé sur la qualité actuelle de l'atmosphère des secteurs voisins des alumineries.

TABLEAU 4.4

CONCENTRATION MOYENNE DE FLUORURES GAZEUX DANS L'ATMOSPHÈRE DE JONQUIÈRE (1975-1985)

POSTE D'ÉCHANTILLONAGE	ANNÉE	CONCENTRATION MESURÉE µg fg m³
POWELL (02011)	1977	1,60 / an
	1978	0,86 / an
	1979	1,01 / an
	1980	0,62 / an
	1981	0,87 / an
	1982	0,70 / an
	1983	0,69 / an
	1984	0,84 / an
	1985	0,49 / an
MORRISON (02012)	1977	0,79 / an
	1978	0,67 / an
	1979	0,56 / an
	1980	0,36 / an
	1981	0,56 / an
	1982	0,53 / an

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de l'assainissement de l'air, 1987.

Les concentrations de fluorures contenus dans le fourrage permettent de mieux délimiter les zones où le milieu peut être affecté. Les résultats d'analyses effectuées par la compagnie Sécal dans le fourrage pour des sites d'échantillonnage dans les régions d'Alma, de Jonquière, de Shawinigan et de Beauharnois montrent une nette diminution de la teneur des fluorures dans le fourrage entre 1974 et 1982. Les teneurs en fluorures dans le fourrage destiné à l'alimentation des animaux se situent actuellement sous la norme annuelle de 40 ppm.

Certaines zones situées dans les environs immédiats des alumineries sont cependant impropres à la culture des végétaux servant de fourrage. Ainsi, des études faites à La Baie par la compagnie Secal ont permis d'estimer la zone susceptible d'excéder les normes à 1,4 km sous le vent dominant de l'ouest et à moins de 1 km dans les autres directions. Des analyses faites dans le fourrage par ABI à Bécancour, au cours de l'été 1986, montrent des teneurs en fluorure inférieures aux normes dans les secteurs voisins du parc industriel de Bécancour, alors que celles-ci sont dépassées à quelques endroits à l'intérieur du parc.

4.7.2 Les substances organiques

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) peuvent être produits par la combustion incomplète de toute matière organique. Plusieurs de ces composés, dont le plus étudié est le benzo(a)pyrène (BaP), ont une activité cancérigène reconnue sur les animaux de laboratoire. Les principales sources fixes d'émission de HAP sont: les procédés industriels (notamment les alumineries et les raffineries de pétrole), les installations de production d'énergie (le chauffage au bois et la combustion de combustibles fossiles) et les feux à ciel ouvert (les feux de forêt). Sur la base de la capacité de production annuelle de 1986, on estime qu'à lui seul, le procédé d'électrolyse de l'aluminium aurait engendré cette année-là plus de 1 250 tonnes de HAP, dont environ 44 tonnes de BaP. Les émissions estimées pour sept usines d'électrolyse sont présentées au tableau 4.5. En ce qui a trait au chauffage au bois à des fins résidentielles, un rapport d'Environnement Canada évaluait les émissions de BaP à 5,3 tonnes pour 1980. Les chiffres d'émission provenant d'autres sources ne sont pas connus.

TABLEAU 4.5

Émissions de HAP et de BaP provenant des alumineries du Québec en 1986

Villes	(compagnie)	HAP (en tonnes)	BaP (en tonnes)
Jonquière	(Secal)	614	21,5
La Baie	(")	5	0,2
Shawinigan	(")	226	7,9
Alma	(")	195	6,8
Melocheville	(")	124	4,3
Baie-Comeau	(Reynolds)	87	3,0
Bécancour	(ABI)	7	0,2
Total		**1 258**	**43,9**

Les dioxines et furannes

Ces substances sont surtout formées lors de la combustion incomplète de composés organiques en présence de composés du chlore. Une étude portant sur la problématique des dioxines et des furannes au Québec, réalisée en 1985, identifie l'incinération des déchets domestiques comme une importante source d'émissions atmosphériques de ces deux composés. Des échantillonnages ont été effectués auprès des trois incinérateurs municipaux situés au Québec, soit ceux de Montréal, Québec et Saint-David. Les données ainsi obtenues ont permis de calculer, à l'aide de modèles de dispersion atmosphérique, les niveaux dans l'air ambiant. Ces calculs ont indiqué que la plus haute concentration annuelle moyenne serait de l'ordre de 1,0 picogramme/mètre cube (10^{-12} g/m^3) sur le territoire de la Communauté urbaine de Québec, soit bien en deçà de l'objectif de qualité de l'air ambiant utilisé par Environnement Ontario, c'est-à-dire 30 picogrammes/mètre cube. Le tableau 4.6 donne une évaluation de la quantité de dioxines et de furannes émise annuellement au Québec.

4.7.3 Les précipitations acides

Les principaux contaminants responsables de l'acidification des précipitations sont l'acide sulfurique et l'acide nitrique. Ceux-ci proviennent de la transformation chimique de polluants primaires comme les oxydes de soufre et les oxydes d'azote émis dans les grands centres industriels et urbains de l'Amérique du Nord. Cette pollution est transportée des régions sources vers les régions réceptrices par les vents de la basse atmosphère.

La problématique des précipitations acides est traitée en détail dans le spécial sur les précipitations acides à la suite du présent chapitre.

TABLEAU 4.6
Quantité de dioxines et de furannes provenant de sources de combustion, émise annuellement dans l'atmosphère (grammes/année)

Sources	Quantité émise dans l'environnement	
	Dioxines	Furannes
Incinérateurs municipaux 1984	1563	578
Combustion du bois		
- résidentiel et commercial (1980)	747	n-d
- incendies de forêts (1984)	102	n-d
- rémanents de bois (1978)	367	n-d
- brûleurs coniques (1978)	102	n-d
Combustibles fossiles		
- huile à chauffage (1980)	3,5	n-d
Fumée de cigarettes (1980)	1,2 - 3,0	n-d
Véhicules automobiles (1984)	80,2	4,1

Source: Niranth Dy, 1985.

4.7.4 La radiation

On connaît actuellement au Québec cinq régions où les sols renferment naturellement plus d'uranium et de radium qu'ailleurs (régions d'Oka, de Shawville, de Saint-Honoré-de-Chicoutimi, de Mont-Laurier et de Maniwaki). Ces sols ont tendance à émettre un gaz radioactif appelé radon. Dans ce cas, c'est l'air des habitations qui est le plus affecté, ce gaz s'infiltrant à travers les fondations. Il n'y a pas au Québec, ni ailleurs au Canada, de normes ou de critères officiels établissant une démarcation entre ce qui est acceptable ou non comme risque pour la santé,dans les habitations. Le bruit de fond naturelexterne (sol et rayons cosmiques) représente une dose d'environ 0,007 - 0,008 mR/H, soit environ 65 mR par année.

Au Québec, les principales sources industrielles de matières radioactives sont la production, à Varennes, de phosphore élémentaire à partir de phosphates radioactifs importés de Floride, ainsi que l'industrie de l'extraction du niobium à Oka et à Saint-Honoré-de-Chicoutimi. Dans le premier cas, du radon émane des phosphates importés et l'on soupçonne la cheminée de l'usine d'émettre des éléments radioactifs. Les scories produites par cette industrie sont actuellement classées comme déchets dangereux, puisqu'elles émettent des rayons gamma et des gaz radioactifs. Dans le second cas, les résidus miniers émettent surtout du radon.

La centrale nucléaire Gentilly II peut émettre dans l'atmosphère des contaminants radioactifs (iode 131 et tritium surtout) à partir des systèmes de ventilation de la centrale, de leurs fuites et de leur diffusion à travers les murs de la centrale.

Le Service de radioprotection du Ministère exploite, depuis plus de 15 ans, deux stations d'échantillonnage en continu de la radioactivité dans l'air, l'une près de Champlain, l'autre près de Bécancour. Les effluents aériens courants et accidentels mesurés provenant de Gentilly II, tels que l'iode 131, le tritium et les rayons bêta en équivalent strontium 90 sont sous le seuil de détection.

4.7.5 Les polluants de l'air intérieur

Selon une enquête américaine, les Nord-Américains passeraient plus de 90 p. 100 de leur vie à l'intérieur dont la majeure partie, soit près de 70 p. 100, à l'intérieur de leur résidence. La qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments peut donc être plus importante au point de vue de la santé et du bien-être qu'à l'extérieur. L'intérêt récent accordé à la qualité de l'air intérieur, plus particulièrement l'air intérieur dans des locaux à usages non professionnels, résulte de la convergence des facteurs suivants:

- la construction d'édifices présentant une plus haute efficacité énergétique;
- l'utilisation de nouveaux produits chimiques dans les matériaux de construction, les matériaux d'isolation et les produits de consommation;
- la reconnaissance d'effets nocifs possibles sur la santé et le bien-être des humains en ce qui concerne l'exposition sur de longues périodes à de faibles concentrations de contaminants;
- l'utilisation de systèmes alternatifs de chauffage, notamment les poêles à bois.

La qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments est fonction de la qualité de l'air à l'extérieur et des émissions à l'intérieur. La concentration de contaminants dans l'air intérieur dépend aussi de l'intensité des échanges entre l'air extérieur et l'air intérieur. Les efforts consentis pour conserver l'énergie ont souvent entraîné une augmentation de la pollution interne à cause d'une réduction des taux de ventilation. Un compromis doit donc être recherché entre la conservation de l'énergie et des taux minimaux de ventilation afin de limiter les concentrations de contaminants dans les résidences.

4.7.5.1 Les sources extérieures de contamination

Étant donné qu'il existe, la plupart du temps, des échanges d'air entre les milieux intérieur et extérieur, on peut retrouver à l'intérieur des bâtiments tous les contaminants présents dans l'atmosphère qui les entoure: monoxyde de carbone, oxydes d'azote, oxydes de soufre, matières particulaires, ozone, composés organiques volatils, plomb et autres métaux. En l'absence de sources intérieures, les concentrations à l'intérieur sont inférieures ou peuvent se rapprocher des concentrations extérieures. Des émissions de radon provenant de certains sols contenant une concentration plus grande de radium ou d'uranium peuvent aussi s'infiltrer à travers le plancher et les murs des sous-sols des constructions.

4.7.5.2 Les sources intérieures de contamination

Les contaminants provenant de sources intérieures se regroupent en trois catégories:

- ceux reliés à l'activité humaine (travail, entretien domestique, loisirs, usage du tabac, activité métabolique);
- ceux formés par les procédés de combustion destinés au chauffage et à la cuisson des aliments (fournaises, poêles à bois, cuisinières au gaz);
- ceux dérivés des matériaux de construction et de l'ameublement.

L'activité humaine

En milieu de travail, les contaminants émis varient selon la production ou la nature des activités professionnelles. Leur variété est extrêmement vaste. La qualité de l'air en milieu de travail est régie par la Commission de la santé et de la sécurité au travail.

En milieu résidentiel et dans les autres milieux non professionnels, les contaminants émis peuvent être également d'une grande variété. À elle seule, la fumée provenant de la combustion du tabac contient près de 3800 composés chimiques. L'utilisation de produits d'entretien ménager (produits de nettoyage, polis à meubles, désinfectants, insecticides, etc.) et

de produits cosmétiques (parfums, désodorisants, lotions, fixatifs à cheveux, vernis à ongles, etc.) est aussi une source d'émission de composés organiques et inorganiques.

Plusieurs substances faisant l'objet de mesures de protection dans l'industrie (solvants, décapants, colles, etc.) sont souvent utilisées sans précaution dans les maisons à l'occasion d'activités récréatives ou artisanales . De plus, les travailleurs exposés à des substances chimiques peuvent, par leurs vêtements souillés, transporter des contaminants à la maison.

Les procédés de combustion

Les fournaises et autres appareils de combustion peuvent être des sources de pollution intérieure, surtout par le monoxyde de carbone, lorsqu'ils sont mal entretenus ou défectueux. Par ailleurs, une mauvaise utilisation des poêles à bois peut engendrer de plus grandes émissions de contaminants, notamment du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote, des matières organiques polycycliques et des aldéhydes. Les cuisinières à gaz peuvent également être une des sources de concentrations de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote et de formaldéhyde à l'intérieur des maisons.

Les matériaux de construction et l'ameublement

L'utilisation de panneaux-particules et de contreplaqués, de produits d'isolation et de calfeutrage, l'application de peinture, l'emploi de solvants de dilution, de décapage ou de dégraissage sont autant de sources de contaminants organiques. Les polymères utilisés dans l'ameublement et les matériaux de décoration peuvent se dégrader et rejeter de petites quantités de constituants originaux ou dérivés. Les draperies, les tapis et les tissus, dont la grande majorité est synthétique, peuvent aussi être des sources de contaminants organiques et microbiologiques.

4.7.5.3 Les études et les normes de qualité de l'air intérieur

Au Québec, les données sur ce sujet sont quasi inexistantes. Une étude réalisée à LaSalle par Environnement Canada en 1985, afin de mesurer la qualité de l'air intérieur dans les résidences construites sur le terrain d'un ancien dépotoir municipal, site d'enfouissement de déchets industriels souvent toxiques, a démontré qu'il n'y avait aucune différence significative entre l'air de ces résidences et l'air des résidences témoins situées dans d'autres quartiers de la municipalité. Cette étude ne portait toutefois que sur la mesure des contaminants susceptibles d'émaner du dépotoir.

Concernant le radon, le Ministère a effectué, en collaboration avec les municipalités, 270 relevés dans 165 habitations réparties dans les régions d'Oka, de l'Outaouais, de Saint-Honoré-de-Chicoutimi et de Mont-Laurier (tableau 4.7). C'est dans la région d'Oka que les concentrations de radon mesurées à l'intérieur des maisons sont les plus élevées.

TABLEAU 4.7
Sommaire des mesures de radon dans les habitations de quatre municipalités du Québec (mesures faites entre octobre 1981 et novembre 1985)

Région étudiée		Nombre d'habitations étudiées	Période de référence (en mois) et localisation	Moy. géom. Bq. m -3	Écart
Paroisse d'Oka	Secteur A	18	6 (sous-sol) 12 (rez-de-chaussée)	1467 (18) [1] 327 (18)	3,3 3,6
	secteur B	43	6 (sous-sol) 12 (rez-de-chaussée)	74,5 (43) 33,9 (40)	3,5 3,1
	secteur C	3	6 (sous-sol) 12 (rez-de-chaussée)	103 (3) 54,0 (3)	3,7 2,9
	secteur A+B+C	64	6 (sous-sol) 12 (rez-de-chaussée)	168 (64) 67,7 (61)	6,3 4,7
Shawville		17	9 (sous-sol) 12 (rez-de-chaussée)	68,8 (13) 26,8 (16)	1,8 1,9
Saint-Honoré-de-Chicoutimi		Phase I 13	6 (sous-sol) 12 (rez-de-chaussée)	23,5 (13) 13,8 (7)	3,7 4,0
		Phase II 20	12 (sous-sol) 12 (rez-de-chaussée)	52,6 (20) 25,9 (20)	2,7 2,4
Mont-Laurier		Phase I 21	6 (sous-sol)	75,9 (21)	2,2
		Phase II 30	6 (sous-sol)	82,5 (29)	2,3

* Méthode employée: Track Etch Detector (TERRADEX Type B ou SF), facteur d'équilibre assumé de 0,5
(1) Entre parenthèse le nombre de sous-sols ou de rez-de-chaussée utilisé pour le calcul de la moyenne géométrique.
Source: Service de radioprotection, Direction générale du milieu atmosphérique, Ministère de l'Environnement du Québec

Les normes pour les résidences

Si l'air intérieur en milieu de travail est régi par la Loi sur la santé et la sécurité au travail, il n'existe pas de normes réglementaires en ce qui a trait à la qualité de l'air à l'intérieur de la maison. D'ailleurs, il est peu probable qu'elle soit soumise, un jour, à une réglementation. Le rôle des gouvernements dans ce domaine en est un de recherche, d'information sur la santé, de contrôle de la qualité des produits de consommation et d'incitation à de saines pratiques. Ainsi, un groupe de travail fédéral-provincial sur la qualité de l'air intérieur dans les résidences a suggéré des lignes directrices concernant l'exposition à certains contaminants.

De plus, ce groupe de travail a soumis des recommandations visant l'élimination ou la réduction de l'exposition à certains contaminants pour lesquels il n'est pas possible, actuellement, d'établir des limites d'exposition: agents biologiques, hydrocarbures chlorés, pesticides, matériaux fibreux, plomb et hydrocarbures aromatiques polycycliques. Une des recommandations du groupe de travail suggère, notamment, que l'exposition à la fumée de tabac dans l'air intérieur soit évitée.

Les normes pour les lieux publics

Il n'existe pas, non plus, de normes réglementaires pour la qualité de l'air intérieur dans les lieux publics. Cependant, la Loi sur la protection des non-fumeurs, en vigueur depuis le 1er janvier 1988, interdit l'usage du tabac dans certains lieux publics (tableau 4.8), afin de protéger la santé et le bien-être des non-fumeurs qui sont exposés involontairement à la fumée. Cette loi est l'expression d'un nouveau consensus social sur l'utilisation du tabac dans ces lieux. Elle relève du ministère de l'Environnement.

TABLEAU 4.8
Liste des lieux visés par la loi sur la protection des non-fumeurs dans certains lieux publics

Les établissements gouvernementaux et para-gouvernementaux		
- Les édifices relevant des ministères (sauf ceux de la Santé et des Services sociaux (23) et de l'Éducation + Commission, Régies et conseils)		1 500
. Propriétés ou sous-locations		
. Bureaux de la Sûreté du Québec		
. Prisons provinciales		
. Musée provincial		
- Ministère de la Santé et Services sociaux et son réseau		1 300
. Centres hospitaliers privés et publics	248	
. Centres d'accueils et d'hébergement	353	
. Centre d'hébergement	508	
. C.R.S.S.S.	17	
. C.L.S.C.	130	
. C.S.S.	14	
- Ministère de l'éducation et son réseau		13 300
. Écoles primaires et secondaires	4 465	
. CEGEP	50	
. Universités	20	
. Garderies, halte-garderies	8 765	
- Les sociétés d'état		800
. Société d'état	35	
. Hydro-Québec	190	
. Sociétés des alcools	375	
Commission de transport du Québec		
- Services de transport du Québec		3 414
. Autobus inter-urbains	400	
. Traversiers	64	
. Autobus scolaires	950	
. Autobus urbains	2 000	
Les municipalités		
- Les municipalités		8 400
. Municipalités locales	1 308	
. Municipalités régionales de comté	800	
. Communautés urbaines	1 800	
. Organismes relevant de l'autorité municipale	8 800	
- Lieux religieux		1 800
- Lieux sportifs (arénas)		800
- Lieux culturels, salles communautaires et artistiques		1 800
- Salles d'attente des cabinets professionnels de la santé		8 800
GRAND TOTAL		**39 134**

Source: Ministère de l'Environnement, 1988. Assainissement atmosphérique et terrestre

BIBLIOGRAPHIE

BISSON, Michel (1986): Introduction à la pollution atmosphérique, Ministère de l'Environnement du Québec, Les Publications du Québec, 136 pages.

CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT (1986): Avis sur les fluorures d'origine industrielle dans l'environnement québécois, Gouvernement du Québec, 224 pages.

DY, Niranth (1985): La problématique des dioxines et furannes au Québec, Direction de l'assainissement de l'air, Ministère de l'Environnement du Québec, 74 pages. Envirodoq 850797

ENVIRONNEMENT CANADA (1986): Émission des principaux polluants atmosphériques au Canada et tendances (1970 à 1980), Direction de la gestion des programmes, Protection de l'environnement. Conservation et protection, 134 pages. Rapport SPE7/AP/17

GONTHIER, Claude (1986): Étude de la qualité de l'air à l'intérieur des résidences construites sur le terrain de l'ancien dépotoir de ville de Lasalle, Services de protection de l'environnement, région du Québec.

LEDUC, Richard (1985): Le plomb dans l'air ambiant au Québec, Direction de l'assainissement de l'air, Ministère de l'Environnement du Québec, 21 pages. Envirodoq 850574

LEROUX, Mario (1985): Problématique sur la présence dans l'atmosphère des hydrocarbures aromatiques polycycliques, Direction de l'assainissement de l'air, Ministère de l'Environnement du Québec, 64 pages. Envirodoq 850525

MALTAIS, Bruno et Danièle ARCHAMBAULT, (1987): Mesures de l'ozone en milieu agricole au Québec et inventaire de ses effets sur les cultures en 1986.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUEBEC (1982): Programme de surveillance de la qualité de l'atmosphère, Direction de l'assainissement de l'air, (document non publié).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUEBEC (1985): Surveillance de la qualité de l'atmosphère. Bulletin de présentation. Direction de l'assainissement de l'air, 40 pages. Envirodoq 850567

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC: Surveillance de la qualité de l'atmosphère. Rapports mensuels (1975 à 1985), Direction de l'assainissement de l'air.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1985): Inventaire des sources d'émissions atmosphériques. Direction de l'assainissement de l'air.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1985): Le point sur l'action du Québec en matière de précipitations acides.

ROCHE ET ASSOCIÉS (1983): Quantification et prévision des émissions provenant du chauffage au bois au Québec. Envirobec, 130 pages.

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL DU CANADA (1987): Directives d'exposition concernant la qualité de l'air dans les résidences, Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, 50 pages.

SPÉCIAL

LES PRÉCIPITATIONS ACIDES

TABLE DES MATIÈRES

SPÉCIAL - LES PRÉCIPITATIONS ACIDES

1. La nature et les causes des précipitations acides 141

1.1 Les émissions de dioxyde de soufre 141

1.2 Les émissions d'oxydes d'azote 141

1.3 Le transport atmosphérique 141

1.4 La nature et la physico-chimie des précipitations 143

2. Les effets des précipitations acides sur l'environnement 145

2.1 Le milieu aquatique 145

2.1.1 La physico-chimie aquatique 145
2.1.2 La faune aquatique 147
2.1.3 La contamination de la chaîne trophique 151

2.2 Le milieu forestier 151

2.3 Les autres atteintes 152

3. Les solutions face au problème des précipitations acides 152

BIBLIOGRAPHIE 154

LISTE DES FIGURES

PA 1 Situation synoptique typique produisant des retombées acidifiantes sur le Québec méridional

PA 2 pH moyen annuel des précipitations, Québec méridional,1982-1984

PA 3 Dépôt moyen de sulfates dans les précipitations, Québec méridional, 1982-1984

PA 4 Concentrations de sulfates en lac, 1981-1985, et concentrations moyennes pondérées de sulfates dans les précipitations, Québec méridional, 1982-1983

PA 5 Relation entre le pH des lacs et la concentration moyenne pondérée de sulfates dans les précipitations pour divers niveaux de sensibilité et de couleur

PA 6 Densité (prises par unité d'effort) des populations d'ombles de fontaine en fonction du pH des lacs

PA 7 Diversité des populations piscicoles du Témiscamingue en fonction du pH des lacs

PA 8 Diversité des plantes aquatiques en fonction du pH des lacs

PA 9 Diversité des organismes benthiques en fonction du pH des lacs et de leurs émissaires

1. LA NATURE ET LES CAUSES DES PRÉCIPITATIONS ACIDES

À l'état naturel, l'eau de pluie est quelque peu acide. Etant en équilibre avec le gaz carbonique présent dans l'atmosphère, les précipitations ont un pH de 5,6. D'autres substances, associées à diverses activités humaines et naturelles, se retrouvent dans l'atmosphère et peuvent abaisser ou élever le pH. Cependant, les précipitations sont fréquemment plus acides (pH inférieur à 5,6) que la normale. L'échelle utilisée est logarithmique. Une diminution d'une unité pH signifie que l'acidité s'est accrue d'un facteur de dix. Par exemple, une pluie qui a un pH de 4,0 est dix fois plus acide qu'une autre dont le pH est de 5,0.

Les polluants atmosphériques responsables de l'acidification des précipitations sont le dioxyde de soufre (SO_2) et les oxydes d'azote (NO_x).

En Amérique du Nord, les sources majeures d'émissions de dioxyde de soufre (SO_2) sont situées au sud des Grands Lacs dans le Middle West américain, où d'importantes centrales thermiques brûlent des combustibles fossiles, surtout du charbon contenant du soufre. Au Canada, les sources ponctuelles les plus importantes se retrouvent en Ontario et au Québec. Ce sont des usines d'extraction de métaux non ferreux qui rejettent des quantités importantes de dioxyde de soufre.

Bien que le rôle des oxydes d'azote soit moins important que celui du dioxyde de soufre, il est généralement admis que ces oxydes (NO_x) contribuent pour environ le tiers à l'acidité des précipitations du nord-est de l'Amérique. Ils proviennent des gaz d'échappement des véhicules de transport (camions, automobiles), de l'utilisation des combustibles fossiles pour la production d'électricité, pour le chauffage et pour les besoins des procédés industriels.

1.1 LES ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE

Prenant comme référence l'année 1980, les émissions de dioxyde de soufre provenant des États-Unis totalisaient 24 millions de tonnes métriques, dont 80 p. 100 provenaient des 31 États situés à l'est du Mississippi. Plus de 65 p. 100 de ces émissions provenaient des centrales thermiques servant à la production d'électricité.

Au Canada, les émissions de SO_2 s'établissaient à 5 millions de tonnes, dont 85 p. 100 proviennent des sources situées à l'est de la frontière de la Saskatchawan et du Manitoba. La contribution du Québec était légèrement supérieure à 1 million de tonnes. Le secteur industriel de l'extraction des métaux non ferreux est à l'origine de 58 p. 100 des émissions, tandis que les centrales thermiques ne sont responsables que de 15 p. 100 de ces émissions.

L'utilisation des combustibles fossiles comme source d'énergie est un facteur important de pollution, surtout aux États-Unis. On en fait une consommation considérable dans les centrales thermiques et la pollution qui en résulte est alors concentrée autour du point d'émission pour se disperser ensuite. Aux États-Unis comme au Canada, l'utilisation de combustibles fossiles à des fins autres que la production d'électricité constitue la seconde source d'émissions de SO_2.

Au Québec, la source la plus importante est la fonderie Mines Noranda, au Témiscamingue, qui produit plus de la moitié des émissions québécoises de dioxyde de soufre. Une entente a récemment été signée avec cette compagnie afin de réduire de 50p. 100 les émissions de SO_2 par la construction d'une usine d'acide sulfurique. Les autres sources industrielles telles que les raffineries de pétrole, les usines de pâtes et papiers, les alumineries, les industries de ferro-alliages et les usines d'acide sulfurique sont à l'origine de 10 p. 100 des émissions québécoises de dioxyde de soufre.

1.2 LES ÉMISSIONS D'OXYDES D'AZOTE

En 1980, les émissions d'oxydes d'azote provenant des États-Unis totalisaient 19,3 millions de tonnes métriques, dont 65 p. 100 provenaient de l'est. Les émissions venant du Canada s'établissaient à 1,8 millions de tonnes, dont 55 p. 100 originaient de l'est du Canada. La contribution du Québec aux émissions nord-américaines est minime (moins de 2 p. 100, soit environ 245 000 tonnes en 1984) et est principalement causée par les véhicules à l'essence.

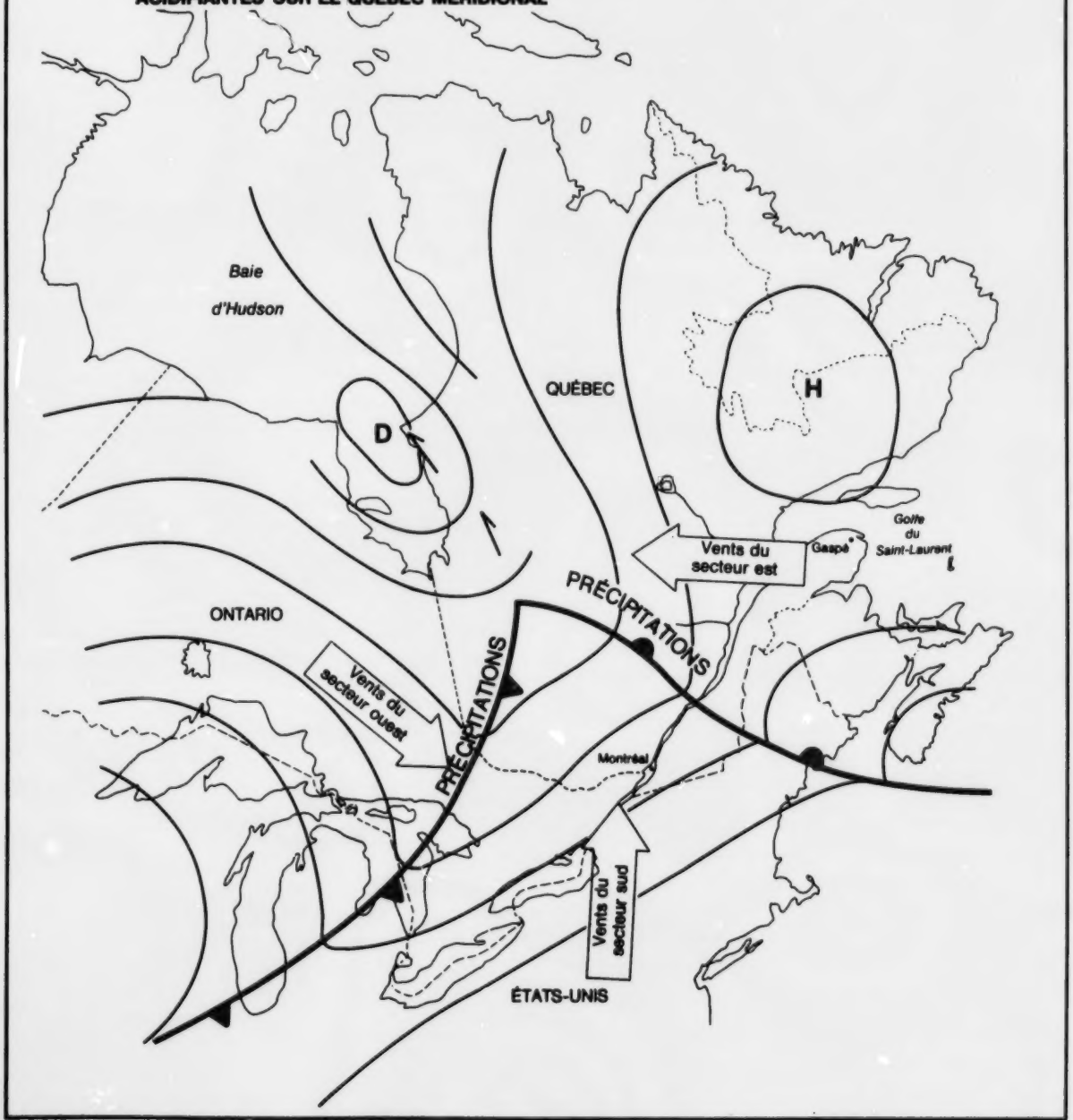
Aux États-Unis, les centrales thermiques sont responsables de 29 p. 100 des émissions d'oxydes d'azote et les transports, de 44 p. 100. Au Canada, par contre, les centrales thermiques sont responsables de 13 p. 100 des émissions et les transports, de 60 p. 100 et plus.

1.3 LE TRANSPORT ATMOSPHÉRIQUE

En Amérique du Nord, les systèmes météorologiques se déplacent généralement d'ouest en est. On note cependant des variations saisonnières. En été, ces systèmes proviennent fréquemment du sud-ouest. Ils entraînent au-dessus du Québec la pollution émise dans le Middle West américain. En hiver, la fréquence des vents du nord-ouest augmente, bien que les principales tempêtes nous proviennent du sud-ouest. (Figure PA 1)

D'après les estimations scientifiques, environ 50 p. 100 des précipitations acides qui touchent le Québec proviennent des États-Unis, 25 p. 100 de l'Ontario et 25 p. 100 du Québec.

Figure PA.1 SITUATION SYNOPTIQUE TYPIQUE PRODUISANT DES RETOMBÉES ACIDIFIANTES SUR LE QUÉBEC MÉRIDIONAL



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, 1985.

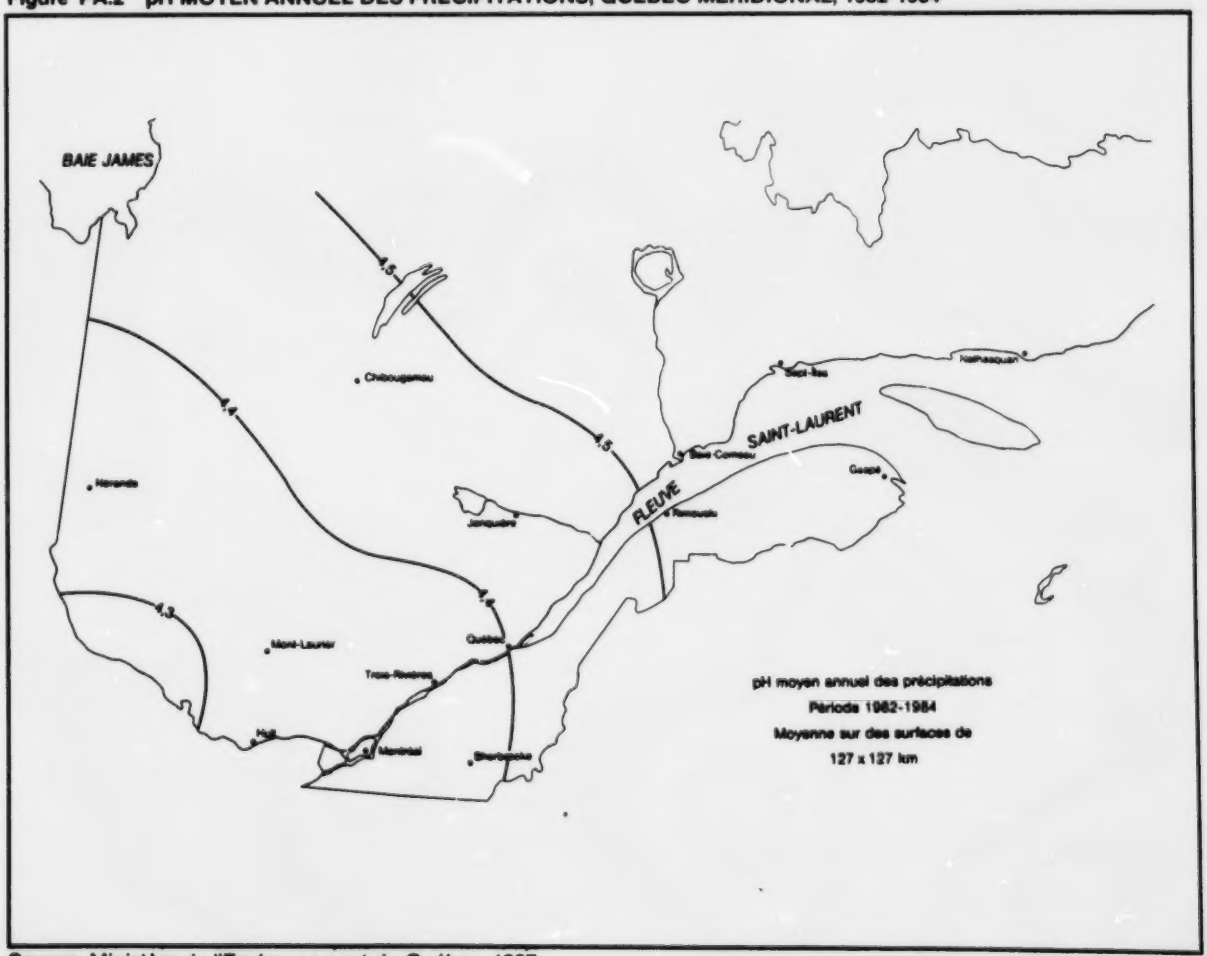
1.4 LA NATURE ET LA PHYSICO-CHIMIE DES PRÉCIPITATIONS

Dans plusieurs régions du monde, le pH des précipitations est de beaucoup inférieur à 5,6. En Europe, surtout dans les pays scandinaves, et dans la majeure partie du nord-est de l'Amérique du Nord, les précipitations sont acides. Une partie importante du Québec reçoit des précipitations ayant un pH moyen annuel de 4,3, soit un niveau d'acidité 20 fois supérieur à la normale. À certaines occasions, on a même enregistré au Québec des précipitations ayant un pH de 3,4 soit une acidité 145 fois plus élevée que la normale.

L'influence de ces rejets dans l'atmosphère se reflète au niveau de l'acidité des précipitations. Ainsi, les données recueillies par le ministère de l'Environnement du Québec depuis 1982 démontrent que les moyennes annuelles de pH (période 1982-1984) des précipitations selon les stations varient entre 4,3 et 4,8; elles figurent parmi les plus basses en Amérique du Nord. Les pH les plus bas se retrouvent dans le sud et le sud-ouest du Québec, particulièrement dans la vallée de l'Outaouais, où on relève, pour les précipitations, une moyenne de pH de 4,3 (figure PA 2). Sur ces régions, les précipitations sont 20 fois plus acides que la pluie considérée normale.

Les valeurs de pH les moins acides (4,8) se retrouvent dans le nord du Québec, au nord du 52e parallèle, loin des sources d'influence des centres industriels du sud du Québec, de l'Ontario et du Middle West américain (Figure PA 2). Cependant, à certaines occasions, on a enregistré au Québec des précipitations ayant un pH de 3,4, soit une acidité 145 fois plus élevée que la normale.

Figure PA.2 pH MOYEN ANNUEL DES PRÉCIPITATIONS, QUÉBEC MÉRIDIONAL, 1982-1984



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, 1987.

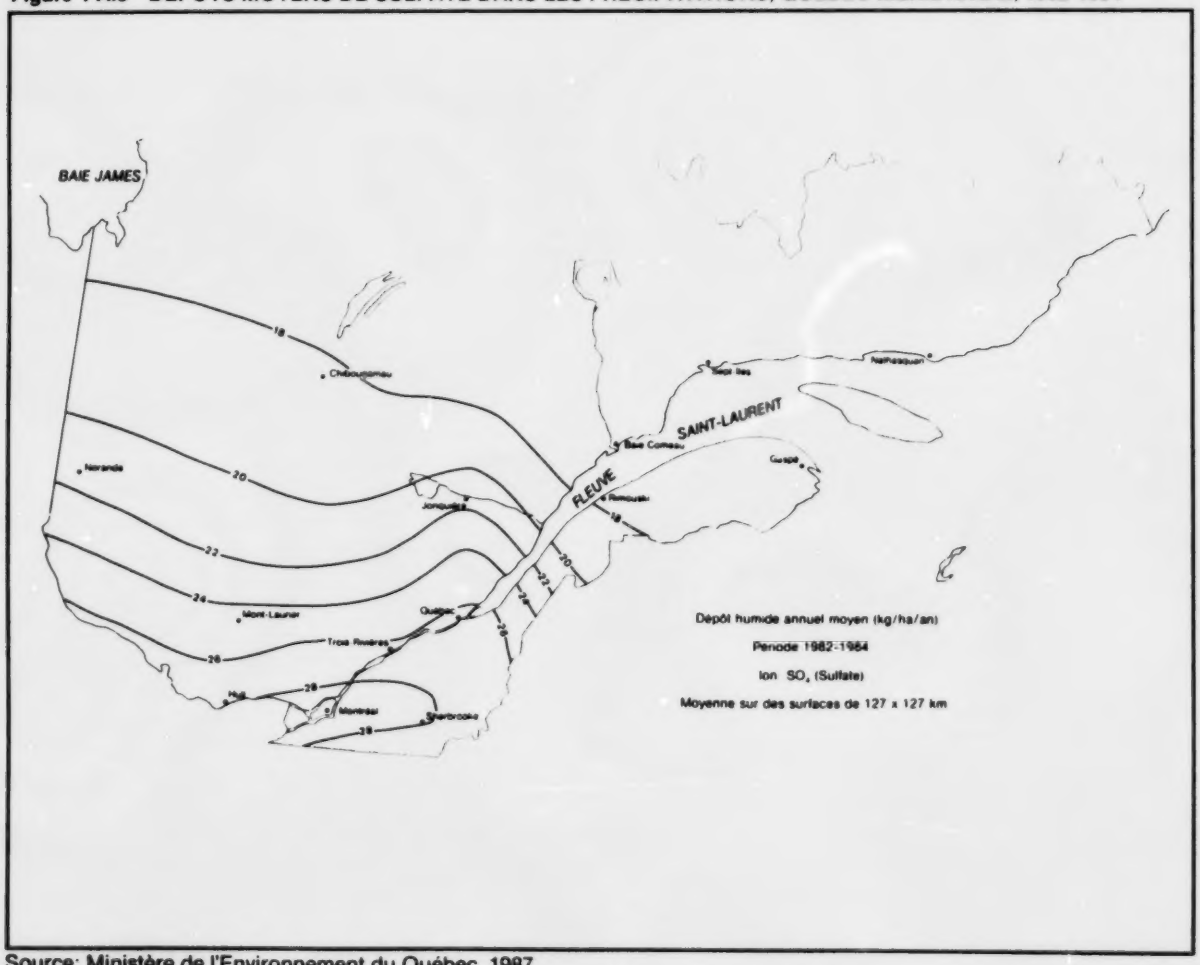
Les sulfates provenant de l'anhydride sulfureux (SO_2), identifié comme principal facteur d'acidification des précipitations, présentent au Québec des concentrations moyennes variant entre 28 et 60 µeq l^{-1}. Ces valeurs se répartissent sur le territoire selon un gradient croissant du nord-est au sud-ouest. Les régions où l'on retrouve des valeurs maximales sont situées près de Noranda et dans l'axe du Saint-Laurent. L'ensemble de cette répartition spatiale montre l'influence importante de régions sources d'anhydride sulfureux situées en Ontario et dans le Midwest américain, sur laquelle se superpose l'influence de sources québécoises régionales.

Pour sa part, le dépôt humide moyen annuel de sulfate (figure PA 3) pour les années 1982-1984, varie entre 16 et 28 kg ha^{-1} an^{-1}. Rappelons qu'un dépôt humide de sulfate de 20 kg ha^{-1} an^{-1} a été reconnu par les chercheurs du Canada et de la Nouvelle-Angleterre comme valeur à ne pas dépasser pour protéger les écosystèmes aquatiques modérément sensibles.

C'est l'extrême sud du Québec et la vallée du Saint-Laurent qui reçoivent les plus forts dépôts humides de sulfate. Des valeurs élevées sont aussi observées dans la région de la réserve des Laurentides, près de Québec, en raison de l'abondance des précipitations sur cette région montagneuse. De façon générale, la région située à l'ouest de la rivière Saguenay et au sud du 49e parallèle est dans son ensemble caractérisée par des dépôts humides de sulfates excédant 20 kg ha^{-1} an^{-1}.

Au niveau annuel, les dépôts acides de nitrates (NO_x) se répartissent généralement comme les dépôts de sulfates mais leur importance est moindre, de l'ordre de 60 p. 100 de celle des sulfates (période 1982-1984), figure PA3.

Figure PA.3 DÉPÔTS MOYENS DE SULFATE DANS LES PRÉCIPITATIONS, QUÉBEC MÉRIDIONAL, 1982-1984



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, 1987.

2. LES EFFETS DES PRÉCIPITATIONS ACIDES SUR L'ENVIRONNEMENT

À force de recevoir des dépôts acides, le sol, la végétation, le milieu aquatique et les autres éléments de l'environnement subissent des changements qui peuvent être graves pour les organismes qui y vivent. Ces changements ne se produisent pas du jour au lendemain. Ils sont la conséquence des multiples dépôts des diverses précipitations qui s'additionnent jour après jour, année après année.

De plus, toutes les régions ne souffrent pas de la même façon. Certaines sont plus sensibles que d'autres aux précipitations acides. Le Québec, plus particulièrement la partie qui repose sur le bouclier canadien, est une des régions de l'Amérique du Nord les plus sensibles aux effets nocifs de l'acidification de ces précipitations.

En effet, la résistance des milieux à l'acidification dépend de leur capacité de neutraliser la pollution acide. C'est ce qu'on appelle un pouvoir-tampon qui permet à l'eau ou au sol d'absorber une quantité plus ou moins grande d'agents acides. Mais ce pouvoir-tampon varie selon les lieux géographiques, car il dépend de la composition du sol. Si celui-ci est riche en carbonates, il pourra neutraliser plus facilement l'acide des précipitations, au moins pendant un certain temps.

2.1 LE MILIEU AQUATIQUE

2.1.1 La physico-chimie aquatique

Les émissions d'anhydride sulfureux (SO_2) et d'oxydes d'azote (NOx) se transforment dans l'atmosphère en composés acides et retournent sur terre avec les précipitations ou sous la forme de dépôts secs et gazeux. L'acide sulfurique qui se dissocie dans l'eau sous la forme de SO_4^{2-} dont la concentrations constituent un indice de l'acidification des cours d'eau.

Dans la zone québécoise la plus affectée par les retombées acides, on mesure des concentrations de sulfates variant entre 100 et 200 μeq^{-1}. Les concentrations de sulfates les plus élevées dans les eaux de surface sont observées au sud et au sud-ouest du bouclier canadien, dans les régions de l'Outaouais et des Laurentides. C'est également à ces endroits que sont observés les plus forts dépôts humides de sulfates sur le Québec. La figure PA 4 montre également la décroissance générale des concentrations de sulfates observées dans les lacs et les précipitations selon un axe sud-ouest/nord-est. Cette concordance entre la qualité de l'eau des lacs et les précipitations existe aussi autour de Rouyn-Noranda, où des concentrations élevées de sulfates sont observées. De fait, l'influence des émissions de SO_2 en provenance de Rouyn-Noranda sur la qualité de l'eau des lacs environnants, est significative jusqu'à une distance d'au moins 125 km.

Ces résultats confirment l'importance des apports atmosphériques, d'autant plus qu'on a mis clairement en évidence la relation entre le pH des lacs et la concentration de SO_4^{2-} dans les précipitations, et ce, pour des lacs de sensibilité et de couleur différentes. Ces seules variables ont permis d'expliquer plus de 74 p. 100 de la variabilité du pH. Un modèle de gestion a d'ailleurs été mis au point à partir de cette relation. Ainsi, le modèle SIGMA/SLAM (Système interactif de gestion des milieux acides) permet de simuler l'impact des apports atmosphériques de sulfates sur l'acidité des lacs et l'effet potentiel de réductions ou de hausses de ces apports sur l'état des ressources lacustres affectées. Ce même modèle a également mis en relief qu'un dépôt humide de sulfates de 10 à 15 kg ha^{-1} an^{-1} (20 à 30 ueq l^{-1}) serait préférable aux 20 kg ha^{-1} an^{-1} qui sont actuellement proposés pour la protection des écosystèmes sensibles.

À l'état naturel, le sol et la roche-mère sont responsables d'une certaine production de sulfates. Cette contribution est évaluée à environ 30 ueq l^{-1} pour les lacs aux eaux peu minéralisées du bouclier canadien, bien qu'elle puisse atteindre 60 à 100 ueq l^{-1} pour des eaux très minéralisées. L'effet des apports atmosphériques de SO_4^{2-} sur le pH vient en fait se superposer à l'effet des sulfates d'origine naturelle.

Une contribution naturelle à l'acidité des lacs et des cours d'eau est la présence d'acides organiques dans les eaux de surface. Ces acides sont produits lors de la décomposition de la matière organique sur le bassin versant (feuilles mortes, arbres, etc.) et confèrent à l'eau une coloration brunâtre. Leur contribution à l'acidité des eaux de surface varie généralement de 10 à 30 p. 100, mais peut atteindre 60 p. 100 dans le cas de lacs très organiques.

La figure PA 5 rend bien l'influence de la couleur sur le pH des lacs pour divers niveaux de sensibilité et d'apports de sulfates. Selon cette figure, les lacs colorés sont toujours plus acides que les lacs aux eaux plus claires. On a de plus observé que la

présence des acides organiques accentuait l'acidification causée par les retombées de sulfates et que la contribution des acides organiques à l'acidité était plus marquée dans les eaux peu minéralisées.

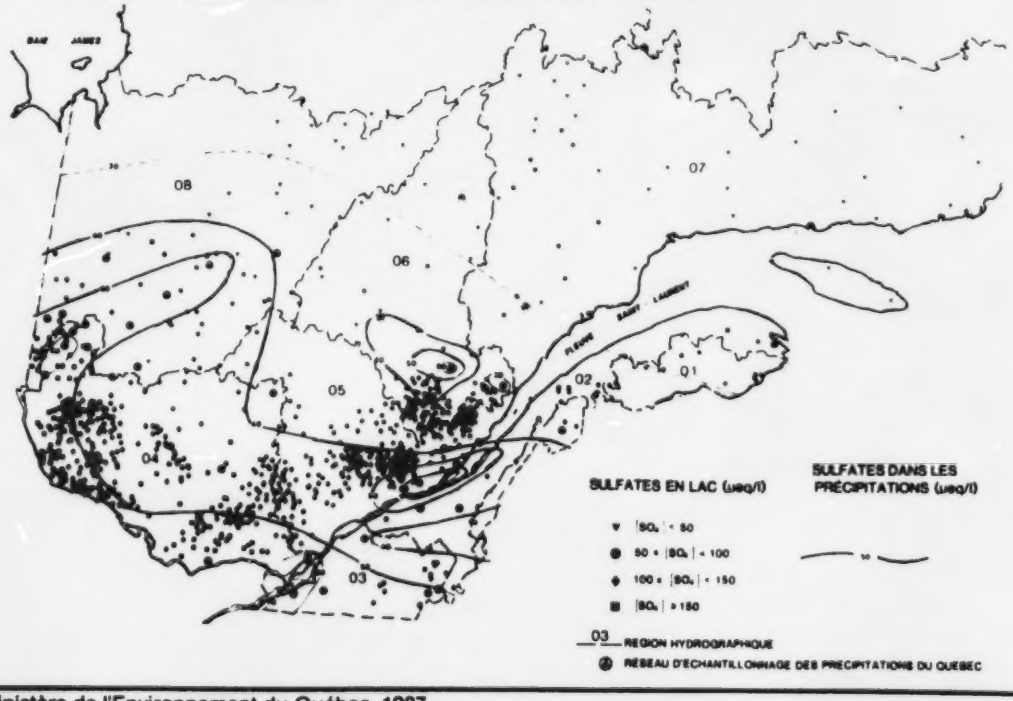
Malgré l'influence d'une acidité d'origine "naturelle", la contribution des apports anthropiques à l'acidité des lacs demeure très importante. L'application de divers modèles prévisionnels indique l'ampleur des changements causés par ces apports. Les lacs acides, caractérisés par des concentrations élevées en SO_4^{2-}, auraient subi des baisses de pH pouvant aller jusqu'à 1,3 unité de pH à la suite d'apports atmosphériques acides. Ceci correspond à une acidité de 20 fois supérieure à l'acidité d'origine.

Un réseau spatial de surveillance de l'acidité des lacs a été mis en place dans le but de quantifier le niveau de détérioration des ressources lacustres affectées par les retombées acides et d'extrapoler cet état à l'ensemble des lacs des principales régions hydrographiques du Québec méridional. Ce réseau permet de couvrir les régions hydrographiques de l'Outaouais, de la Mauricie, du Saguenay-Lac- Saint-Jean, de la Côte-Nord et de l'Abitibi durant la période 1986-1991. Ce même réseau permettra de détecter une éventuelle amélioration de la qualité de l'eau suite aux réductions d'émissions de SO_2.

Les résultats du réseau spatial de surveillance de l'acidité des lacs sont maintenant disponibles pour la région hydrographique de l'Outaouais. Parmi les 40 000 lacs de cette région, les 8811 dont la superficie variait de 10 à 2000 hectares ont été inventoriés. De ce nombre, 7253 (82,3 p. 100) sont situés en milieu sensible à l'acidification. La qualité de l'eau observée sur 317 lacs échantillonnés a été extrapolée à l'ensemble de ces 7253 lacs. Parmi ces derniers, 62,5 p. 100 présentent un pH inférieur ou égal à 6,0, seuil au-dessous duquel on commence à observer des effets dommageables pour le biota. Des 7253 lacs, 23,3 p. 100 présentent un pH inférieur ou égal à 5,5. À un tel pH, plusieurs espèces de poissons commencent à disparaître ou à montrer des symptômes de stress biologique (mortalité chez les jeunes, baisse de densité, etc.).

En assumant que la qualité de l'eau est comparable pour tous les lacs sensibles de cette région (33 100) c'est plus de 7700 qui présentent un pH de 5,5 ou moins, et 20700 plans d'eau qui présenteraient un pH de 6,0 ou moins et ce, pour le seul secteur de l'Outaouais. Une réduction de 50 p. 100 des apports atmosphériques de sulfates permettrait toutefois de ramener le pH au-dessus de 6,0 pour une grande partie de ces lacs.

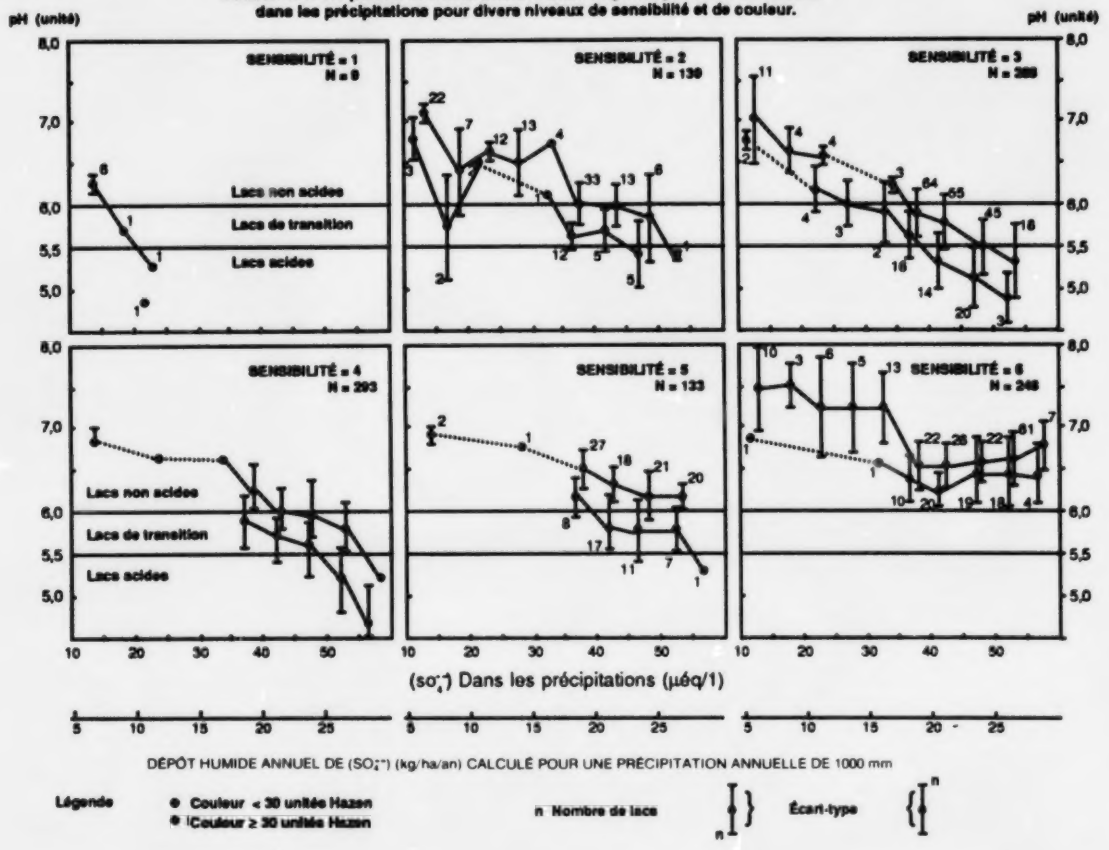
Figure PA.4 CONCENTRATION DE SULFATE EN LAC, 1981-1985 ET CONCENTRATION MOYENNE DE SULFATE DANS LES PRÉCIPITATIONS, QUÉBEC MÉRIDIONAL, 1982-1984



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, 1987.

FIGURE PA 5

Relation entre le pH des lacs et la concentration moyenne pondérée de sulfates dans les précipitations pour divers niveaux de sensibilité et de couleur.



2.1.2 La faune aquatique

Les études effectuées dans la région de Québec (Portneuf, Charlevoix, réserve des Laurentides) et du Témiscamingue démontrent que l'acidité des milieux aquatiques a de lourdes conséquences sur la faune aquatique. L'effet de l'acidité est nettement perceptible chez les poissons, les plantes aquatiques ainsi que chez les organismes benthiques.

Les poissons

Plusieurs lacs de la réserve des Laurentides et de la région de Charlevoix (Z.E.C. des Martres) se prêtent mal depuis quelques années à une exploitation rationnelle de l'omble de fontaine par la pêche sportive. Les principaux problèmes qui se posent sont l'absence de captures, le faible poids de celles-ci, des rendements de pêche insuffisants et des fluctuations aberrantes du nombre de poissons capturés par les pêcheurs d'une année à l'autre. Les analyses physico-chimiques effectuées sur ces milieux démontrent que ces problèmes d'exploitation sont directement reliés à l'acidité des lacs et à leur sensibilité à l'acidification.

Dans ces mêmes régions, l'analyse des pêches expérimentales effectuées sur 29 lacs démontre, pour sa part, que le nombre de captures pour un effort de pêche donné diminue avec une augmentation de l'acidité. Ces baisses, particulièrement marquées chez les populations d'ombles de fontaine, reflètent une diminution du nombre de poissons dans les lacs acides (Figure PA 6). À des niveaux de pH inférieurs à 5,1, on a même observé, entre 1960 et 1980, la disparition de l'espèce, et ce, dans trois lacs de Charlevoix. Depuis, toute tentative de réintroduction de l'espèce s'est soldée par un échec. Plusieurs facteurs sont mis en cause. En effet, des études devaient démontrer que l'acidité de ces eaux retarde le développement embryonnaire et empêche la survie des alevins. De plus, les fortes concentrations en aluminium (>300 µg l^{-1}) de ces milieux peuvent provoquer une secrétion excessive de mucus au niveau des branchies et provoquer la mort par asphyxie. En dernier lieu, les concentrations en calcium de ces lacs sont beaucoup trop faibles (≤55 mg l^{-1}) pour pouvoir contrer les effets néfastes de l'acidité au niveau de l'osmorégulation chez les poissons et permettre leur survie dans ces milieux.

L'inventaire piscicole réalisé sur 17 lacs du Témiscamingue révèle qu'il existe un lien direct entre l'acidité du milieu et la diversité spécifique des poissons (Figure PA 7). Dans les lacs acides (pH: 4,8 à 5,2), on rencontre jusqu'à deux fois moins d'espèces que dans les lacs non acides (pH: 5,9 à 7,0). De fait, parmi les lacs acides, deux lacs sont sans poissons. Quatre renferment une seule espèce et deux lacs présentent une association de deux ou quatre espèces. La situation est fort différente pour les lacs non acides où huit lacs sur neuf supportent de trois à neuf espèces.

Il existe des différences considérables dans la tolérance à l'acidité des différentes espèces. Les cyprinidés et les dards sont abondants dans les lacs dont le pH varie entre 5,9 et 7,0 mais sont absents dans les lacs de pH inférieur ou égal à 5,2. Le meunier noir et le grand brochet seraient également sensibles à l'acidité. De fait, seule la perchaude semble tolérer une gamme étendue de pH.

L'analyse des structures d'âge des populations de perchaudes et de grands brochets révèle une faible représentativité des jeunes classes d'âge en milieu acide. Un échec de recrutement pourrait être à l'origine de ce phénomène. De plus, ces espèces croissent plus lentement en milieu acide, possiblement à cause des exigences métaboliques élevées pour survivre dans un tel milieu.

Enfin, l'acidité affecte la productivité des écosystèmes aquatiques. En effet, l'évaluation des biomasses démontre que les lacs acides supportent, en moyenne, 2,6 fois moins de poissons que les lacs non acides.

Les plantes aquatiques

Les relevés des plantes aquatiques effectués dans la Z.E.C. des Martres démontrent que la diversité des plantes vasculaires diminue avec une augmentation de l'acidité des lacs (Figure PA 8). De quatre à onze espèces ont été inventoriées au-dessus de pH 6,7, comparativement à trois en deçà de pH 5,0. De plus, la sphaigne et les mousses envahissent les lacs acides et forment dans ces milieux des tapis denses et épais qui peuvent recouvrir jusqu'à 80 p. 100 du substrat. En plus de l'acidité, ce phénomène pourrait accélérer la disparition des macrophytes. En effet, la sphaigne est connue pour sa capacité à absorber les cations essentiels à la production biologique et à accroître par ce processus d'échange ionique l'acidité du milieu. La production biologique peut être d'autant plus réduite que la sphaigne peut bloquer les échanges des éléments nutritifs entre les sédiments et l'eau. En dernier lieu, les lits de sphaigne peuvent diminuer la qualité de l'habitat pour les poissons par un encombrement excessif des aires de reproduction.

Les organismes benthiques

Dans les lacs de la Z.E.C. des Martres ainsi que dans leurs émissaires, l'acidité provoque une diminution de la diversité chez les organismes benthiques (Figure PA 9). De 16 à 17 genres ont été inventoriés dans les lacs de pH inférieur ou égal à 5,0, comparativement à 29 dans le lac le moins acide (ph: 6,7). La situation est similaire au niveau des émissaires: 36 genres ont été récoltés à pH 5,0 et pratiquement le double à pH 6,7.

Chez les insectes, les groupes dont la diversité diminue le plus avec l'acidité sont les larves d'éphémères, de trichoptères et de diptères. Quant aux plécoptères, ils représentent les insectes aquatiques les plus résistants. Leur diversité est semblable d'un milieu à l'autre. Chez les organismes benthiques autres que les insectes, les pélécypodes et les gastéropodes sont les plus affectés. Ces organismes sont essentiellement confinés à des eaux alcalines et proches de la neutralité à cause de leur besoin en carbonate de calcium. Cet élément qui est essentiel à la formation de leurs coquilles est peu abondant en milieu acide.

Cet appauvrissement des communautés benthiques en milieu acide peut avoir comme conséquence une diminution importante des transferts d'énergie d'un maillon trophique à l'autre. En effet, les organismes benthiques jouent un rôle primordial dans le recyclage de la matière organique et sont la principale source de nourriture pour les poissons.

FIGURE. PA 6

Densité (prises par unité d'effort) des populations d'ombles de fontaine en fonction du pH des lacs.

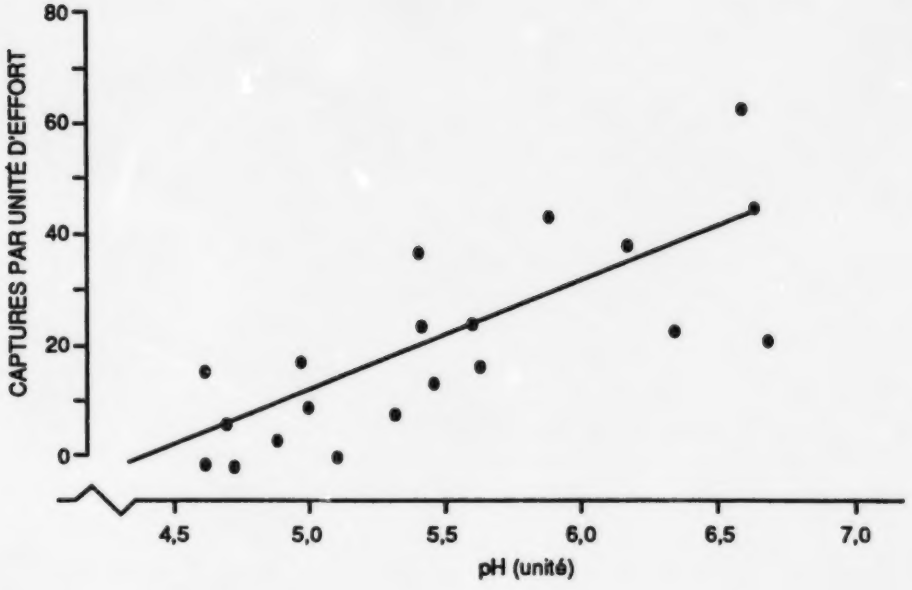


FIGURE. PA 7

Diversité des populations piscicoles du Témiscamingue en fonction du pH des lacs.

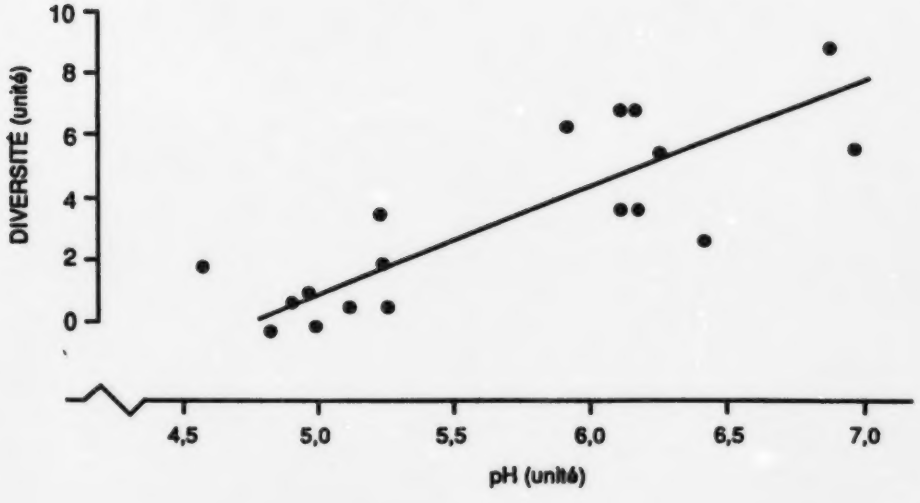


FIGURE. PA 8
Diversité des plantes aquatiques en fonction du pH des lacs

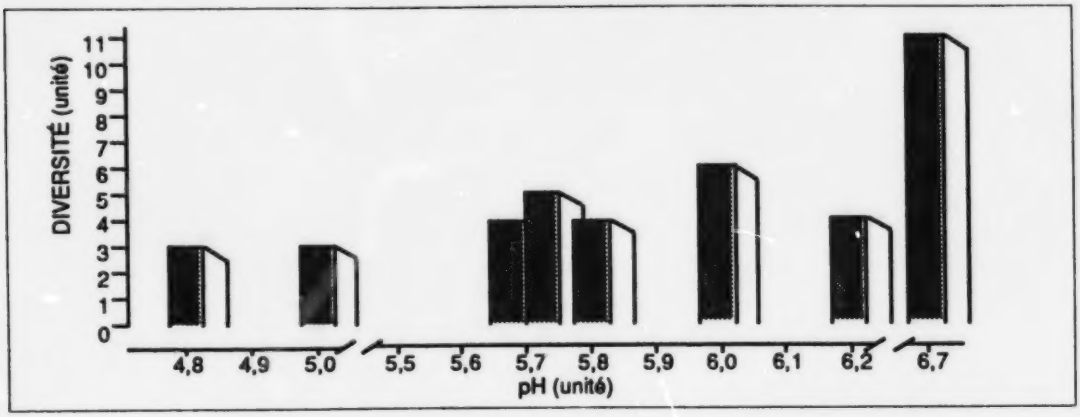
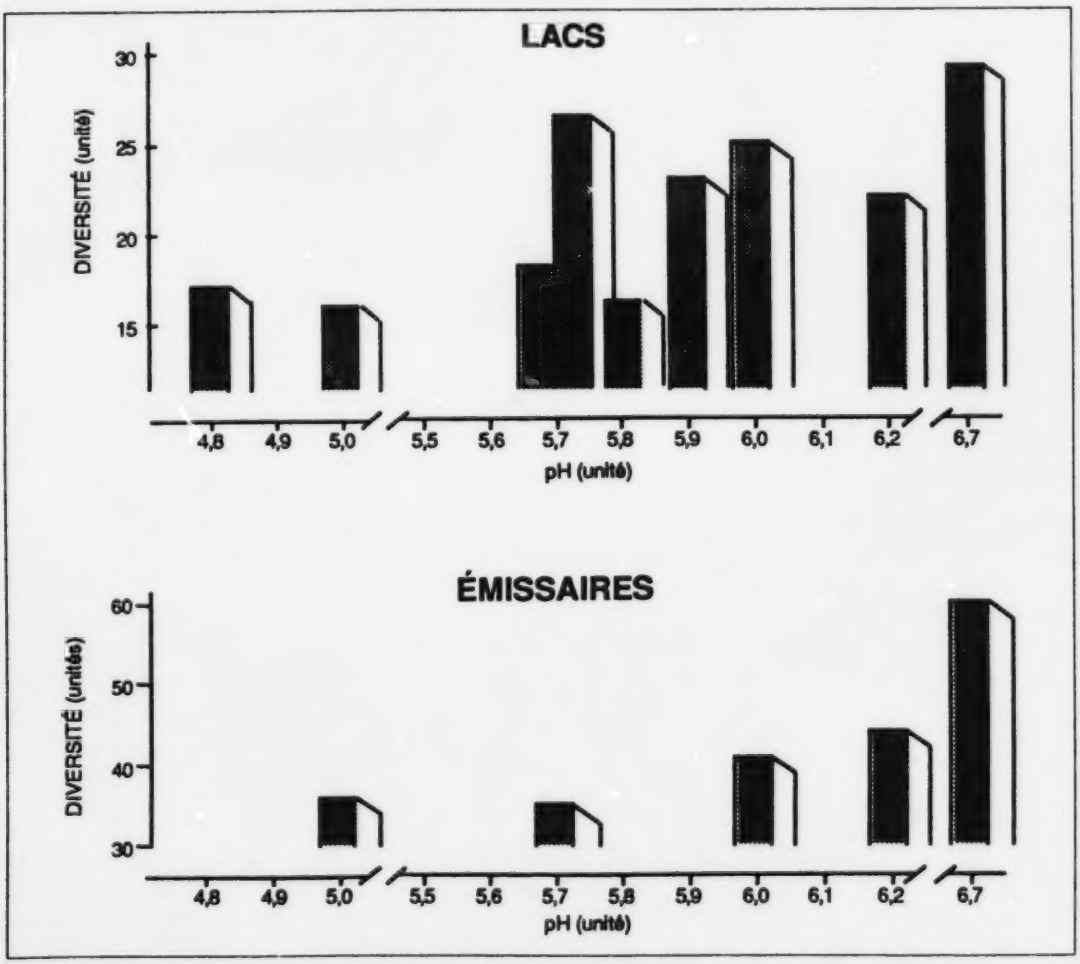


FIGURE. PA 9

Diversité des organismes benthiques en fonction du pH des lacs et de leurs émissaires



2.1.3. La contamination de la chaîne trophique

L'accroissement de l'acidité dans les précipitations et les eaux souterraines a pour conséquence la dissolution de plus grandes quantités de métaux comme l'aluminium, le mercure, le cadmium et le plomb. Ces métaux peuvent s'accumuler dans l'organisme des animaux aquatiques qui vivent dans les lacs et les ruisseaux acidifiés.

Le déclin des populations de poissons et d'invertébrés aquatiques comme les mollusques et les crustacés a été signalé partout dans les eaux acidifiées de la Scandinavie et de l'Amérique du Nord. Ce sont les habitats aquatiques au voisinage des lacs, des étangs ou des ruisseaux qui semblent être les plus vulnérables.

Le réseau trophique

Au Québec, peu d'études ont été consacrées à cet aspect. Cependant, les études réalisées en Ontario ont mis certains faits en évidence. C'est ainsi que d'après des études réalisées par le Service canadien de la faune en Ontario, on constate que les effets de la pollution acide sur le poisson nuisent à la reproduction de certaines espèces d'oiseaux, comme les huards et les morillons à collier, qui se nourrissent dans les lacs. L'insuccès de la nidification peut résulter directement de la disparition de poissons et d'invertébrés qui ne peuvent pas tolérer l'acidité ou de la modification du rapport prédateur-proie.

Ces changements dans la structure du réseau trophique ont d'importantes répercussions sur la faune. Des canards, comme le garrot commun, qui se nourrissent d'insectes aquatiques peuvent s'en tirer, à court terme, à cause de la disparition des poissons qui se nourrissent eux aussi d'insectes. Cependant, même les populations d'insectes qui tolèrent les milieux acides diminuent à mesure que l'acidité augmente et que le pH devient inférieur à 5. Le déclin de ces populations signifie une diminution de nourriture pour de nombreux oiseaux insectivores ainsi que pour les canards.

En conclusion, l'ensemble de ces résultats démontre que l'acidité touche plusieurs maillons de la chaîne alimentaire. On assiste à un appauvrissement graduel de la faune aquatique et à une baisse de productivité des systèmes. Si, sur une grande partie du territoire québécois, les dépôts de sulfates se maintiennent au-dessus de 20 kg ha^{-1} an^{-1}, comme c'est le cas présentement, l'impact des précipitations acides sur la faune aquatique ne pourra que s'accentuer dans le futur.

2.2 LE MILIEU FORESTIER

Le déclin de la productivité de certaines forêts et la mortalité importante d'arbres dans des zones touchées par un taux élevé de pollution ont suscité de nombreuses préoccupations, en Europe comme en Amérique du Nord, surtout depuis 1983.

L'homme aurait-il surestimé la capacité de tolérance des écosystèmes forestiers et leur pouvoir d'adaptation à un environnement fortement dégradé? Le Québec n'échappe pas à ce fléau et on observe une dégradation importante de nos forêts feuillues, principalement dans les érablières. Des indices de dépérissement sont aussi apparus dans les forêts conifériennes, notamment dans les zones où les taux de dépôts acides sont élevés. Des études menées depuis 1983 donnent une image plutôt dramatique de la situation.

Ainsi, le recensement aérien du dépérissement, s'échelonnant entre 1983 et 1987 et couvrant une superficie de plus de 110 000 km^2, indique que l'ensemble des superficies boisées est touché par le dépérissement ou du moins que la vitalité des arbres est sérieusement compromise, dans la majorité de l'aire de distribution des érablières.

Le niveau trace est le premier des quatre niveaux d'atteinte. Il est caractérisé par une perte d'environ 10 p. 100 du feuillage dans la cime des arbres et est considéré comme étape incertaine ou possiblement passagère de l'évolution du mal. Même sans tenir compte de ce niveau, on doit conclure à l'importance du dépérissement, puisque 40 p. 100 des surfaces boisées sont nettement touchées, dont près de 1 p. 100 présentent un dépérissement élevé. En outre, entre 1983 et 1987, on remarque une évolution rapide vers les niveaux d'atteintes plus graves et on met en doute la possibilité de voir les forêts faiblement endommagées se régénérer. Cette évolution est beaucoup plus accentuée pour certaines unités de gestion forestière.

On a aussi constaté que les érablières fortement touchées se retrouvent dans toutes les parties de la vaste zone inventoriée et que la mortalité des arbres est présente dans toutes les classes de dépérissement. Le relevé de 1985 indique que le dépérissement atteint aussi la rive nord du Saint-Laurent.

Une étude entreprise en 1983 dans les Appalaches et comptant 133 places d'échantillons, a mis en lumière les principaux symptômes qui caractérisent les arbres souffrant de dépérissement. Les analyses menées à partir des données recueillies lors de cette étude permettent, entre autres, d'affirmer que:

- les peuplements les plus touchés sont situés soit sur le sommet des montagnes et les sols minces et secs, soit dans les milieux humides;

- le phénomène de dépérissement évolue de façon constante en terme d'incidence (pourcentage d'arbres atteints) et de sévérité (proportion du feuillage manquant dans l'arbre). Ainsi, entre les années 1984 et 1987, la valeur moyenne de l'incidence a augmenté de 71 à 87 p. 100, puis à 82 p. 100 et la sévérité est passée de 21 à 32 p. 100.

- l'analyse de l'humus des profils de sol révèle une baisse de pH et une altération du cycle de certains éléments nutritifs dans le sol, donc une dégradation des sols à laquelle ont contribué les précipitations acides;

- depuis les dix dernières années, les résultats de l'analyse des anneaux de croissance ont révélé un ralentissement de la croissance de près de 35 p. 100.

La réduction de la vitalité des arbres pourrait s'expliquer par l'accroissement de leur sensibilité aux stress biotiques et abiotiques dus à l'action des polluants atmosphériques. L'interdépendance des processus de formation des oxydants photochimiques et des polluants acides et les observations effectuées tendent en effet à indiquer que l'on se trouve en face d'effets synergiques associés à des mélanges de polluants.

L'ensemble de ces résultats vont dans le même sens, à savoir que les hypothèses selon lesquelles les polluants atmosphériques jouent un rôle essentiel dans l'action complexe du stress conduisant à la mortalité des forêts se confirment de plus en plus. La situation actuelle semble révéler un problème écologique sans précédent qui risque malheureusement de s'accentuer à mesure que l'agression de la pollution atmosphérique sur le milieu forestier se poursuit.

Il existe sans doute des mesures pour corriger ou atténuer certaines perturbations en milieu forestier, mais celles-ci ne sont que des palliatifs permettant de gagner du temps. Seule la réduction des émissions des polluants atmosphériques constitue un moyen de lutte efficace.

2.3 LES AUTRES ATTEINTES

L'incidence de la pollution transfrontière, particulièrement les précipitations acides, ne se limite pas aux écosystèmes aquatiques et forestiers. Bien qu'on ne connaisse pas encore les effets directs des précipitations acides sur la santé humaine, la présence de sulfates aéroportés a été considérée comme indicateur de risque relatif dans le cas de morts prématurées attribuables à des maladies respiratoires. De plus, les eaux acidifiées contribuent à la circulation des métaux toxiques dans l'alimentation humaine, en libérant des substances des sols et des roches des bassins versants, des sédiments des lacs et des réseaux de distribution d'eau. Parmi les effets potentiels indirects sur la santé humaine, on se préoccupe particulièrement de la consommation de poissons fortement contaminés par le mercure ou de l'eau potable à haute teneur en plomb.

La dégradation de la visibilité représente certes un des effets les plus évidents de la pollution atmosphérique. Elle est due, en grande partie, à la présence de fines particules de sulfate. L'atténuation de la visibilité est une préoccupation pour deux raisons: d'abord, pour une raison d'esthétique, notamment dans les régions dont la beauté exceptionnelle constitue un attrait touristique; puis, pour une raison plus pratique reliée aux transports, plus spécifiquement, à la circulation aérienne.

3. LES SOLUTIONS FACE AU PROBLÈME DES PRÉCIPITATIONS ACIDES

Puisque les précipitations acides proviennent des émissions de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azote, il faut diminuer leurs rejets dans l'atmosphère afin d'atténuer les dommages. Le Québec a adopté, au début de 1985, une importante réglementation visant à diminuer les rejets des sources québécoises de dioxyde de soufre et à contrôler les oxydes d'azote émis par les véhicules automobiles.

Cette réglementation va permettre de diminuer, d'ici la fin de 1990, les rejets québécois de SO_2 à 60 0000 tonnes, soit une diminution de plus de 45 p. 100 par rapport à 1980. Déjà différents programmes gouvernementaux et certaines actions complémentaires des industries ont permis de réduire ces émissions. L'inventaire de celles-ci en 1985 révèle une diminution de 480 000 tonnes. Ceci perrmet de

prédire, avec les mesures à venir de Noranda, que l'objectif visé pour 1990 sera facilement atteint et même dépassé. La réglementation qui devient effective en 1990 prévoit une diminution des émissions de SO_2 de la fonderie de cuivre de Mines Noranda correspondant à la moitié de ses émissions de 1980. Par rapport à 1985, la réglementation va entraîner une diminution de 165 000 tonnes pour cette entreprise. Dans le même ordre d'idées, et en vertu à la fois du règlement modifiant le règlement sur les fabriques de pâtes et papiers et de la poursuite du programme de modernisation dans cette industrie, on s'attend à une réduction supplémentaire de quelque 19 000 tonnes de SO_2 pour l'ensemble du secteur du papier journal d'ici 1990.

On estime que les automobiles sont responsables d'environ 30 p. 100 des rejets totaux d'oxydes d'azote au Québec. Pour réduire la production de NO_x, il existe depuis 1985 une réglementation québécoise relative à l'enlèvement ou la modification des dispositifs antipollution ainsi que certaines restrictions s'appliquant à l'utilisation de l'essence avec plomb.

Parmi les autres moyens de réduire les contaminants à l'origine des pluies acides, mentionnons l'utilisation de sources d'énergie moins polluantes, telles que le gaz naturel et l'hydro-électricité, l'entretien convenable des véhicules et de leurs dispositifs antipollution, le transport en commun, les économies d'énergie sans oublier la sensibilisation accrue du public.

Par ailleurs, les précipitations acides constituent un problème continental dont la solution éventuelle nécessitera des ententes internationales. Le Québec collabore avec les États de la Nouvelle-Angleterre, les autres provinces canadiennes et le gouvernement canadien pour mettre de l'avant des programmes de diminution de rejets de SO_2. Il appuie tous les efforts déployés pour assainir le territoire canadien. Une entente liant les différentes provinces situées à l'est de la frontière du Manitoba et de la Saskatchewan et le fédéral va amener une réduction de 50 p. 100 des émissions ou de 2,3 millions de tonnes d'ici 1994. De plus, on poursuit toujours les démarches en vue de conclure un traité canado-américain, afin de combattre les précipitations acides sur le continent nord-américain.

BIBLIOGRAPHIE

CARRIER, Léon, 1986. Le point sur le dépérissement des forêts du Québec. Service de la recherche appliquée. Direction de la recherche et du développement. Ministère de l'Énergie et des Ressources, 30 pp.

CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC, 1986. Dépérissement des érablières, Journée d'information sur l'acériculture, 129 pp.

DUGAS, Pierre, 1987. Compte rendu du colloque sur le dépérissement des forêts organisé par l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des stratégies et politiques environnementales, 22 pp. (non publié)

LAPOINTE, Laval, 1986. Les précipitations acides: une menace catastrophique pour l'environnement, présenté au Symposium International Périls et Catastrophes à Rimouski, Ministère de l'Environnement du Québec, 14 pp.

TALBOT Lévis, DUPONT J., GRIMARD Y., JACQUES G., RICHARD Y.,1984. Les précipitations acides au Québec et leurs effets sur le milieu aquatique, Ministère de l'Environnement du Québec, 35 pp.

CHAPITRE 5

LE SOL

TABLE DES MATIÈRES

5.1	Le sol, un capital	159
5.2	La dégradation des sols	160
	5.2.1 La perte de matière organique	162
	5.2.2 Le compactage	162
	5.2.3 L'érosion	162
	5.2.4 L'acidification	162
	5.2.5 Les solutions et perspectives	163
5.3	La contamination des sols	163
5.4	Les pertes d'utilisation du sol	164
	5.4.1 L'entreposage et l'enfouissement des déchets	164
	5.4.2 La construction d'infrastructures de transport	167
	5.4.3 L'exploitation des carrières, sablières et gravières	168
	5.4.4 L'entreposage des résidus miniers	169
	5.4.5 Les glissements de terrains, les coulées argileuses et l'érosion des berges	170
	BIBLIOGRAPHIE	172

LISTE DES TABLEAUX

5.1 Types de dégradation des sols au Québec

5.2 Quantité estimée de déchets solides en fonction de leur catégorie

5.3 Répartition de la population desservie et du tonnage de déchets solides correspondant aux différentes méthodes d'élimination

5.4 Nombre de lieux d'élimination de déchets autorisés et envisagés (situation en mars 1987)

5.5 Inventaire en kilomètres du réseau routier en 1985

5.6 Superficie (en hectares) des sablières, gravières et carrières

5.7 Superficie (en hectares) et nombre de sablières, gravières et carrières dans un rayon de 8 km des grands centres au Québec et dans l'est de l'Ontario

5.8 Principales coulées argileuses au Québec entre 1840 et 1980

LISTE DES FIGURES

5.1 Inventaire canadien des terres; potentiel forestier

5.2 Inventaire canadien des terres; potentiel agricole

5.3 Grille d'analyse des stress et des impacts sur les terres

5.4 Répartition des lieux d'élimination des déchets dangereux par régions administratives

5.1 LE SOL, UN CAPITAL

Pour la plupart d'entre nous, le sol c'est la surface sur laquelle nous nous déplaçons, qu'elle soit plane, accidentée ou en relief. Pour l'agriculteur, c'est la terre qu'il laboure en automne et qu'il ensemence au printemps; c'est son gagne-pain. Pour le spécialiste, le pédologue, le sol se définit comme la superposition de diverses couches minérales et organiques selon des caractéristiques qui lui sont propres. En somme, tous ont raison mais le sol c'est bien plus; le sol c'est l'interface entre le minéral inanimé et la biosphère.

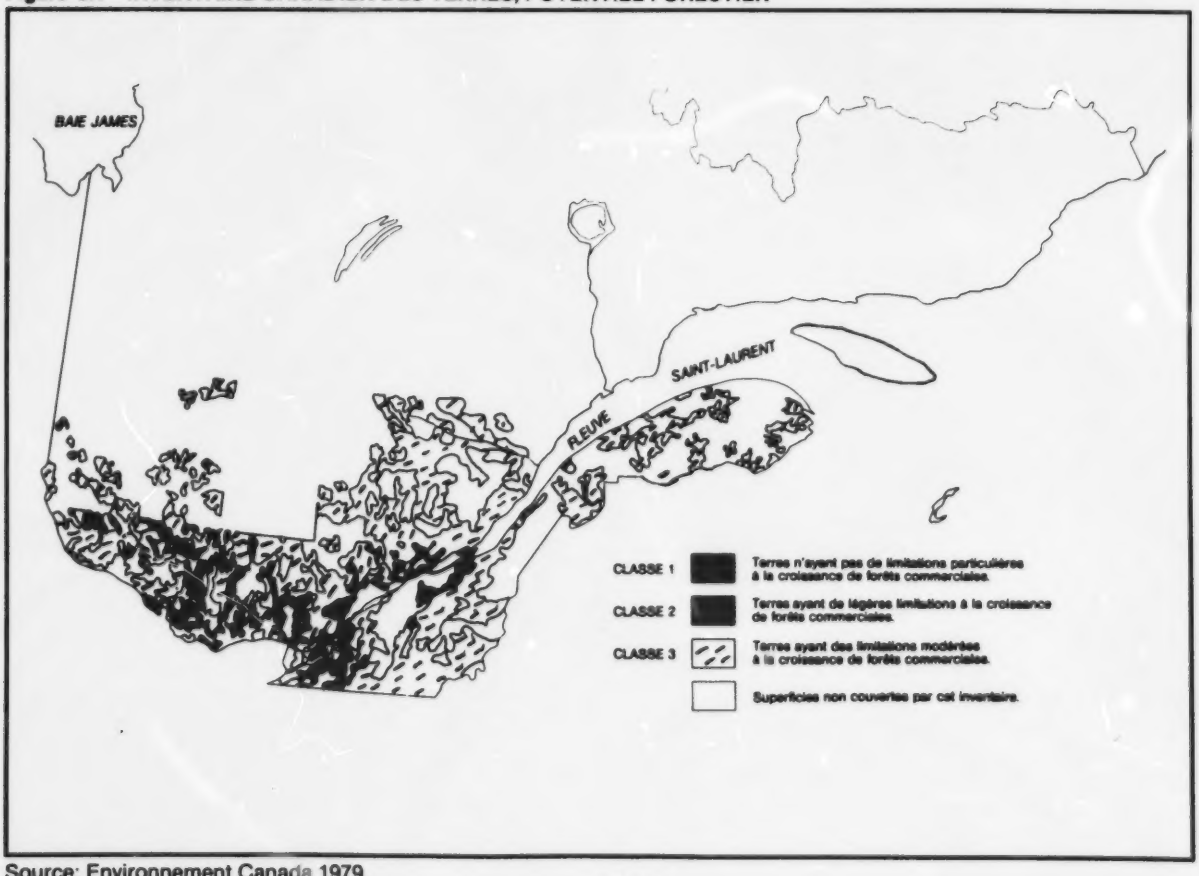
Il suffit de penser aux forêts et aux pâturages qui prennent racine dans le sol et sans qui la végétation en général aurait des difficultés à s'implanter. Le sol c'est aussi la niche écologique d'incommensurables légions de microorganismes et l'abri de milliers d'espèces animales. En fait, le sol, c'est le résultat des milliards d'interactions entre la couche minérale inerte et le monde des vivants.

"Le sol est un produit du climat, de la végétation indigène et de la roche-mère. C'est le milieu vital des écosystèmes naturels et contrôlés. Les composantes minérales et organiques du sol, à la base de sa productivité, ne peuvent pas toujours se renouveler ou se renouvellent à un rythme excessivement lent. Il faut en moyenne 200 ans pour former 1 cm de sol" *(Environnement Canada, 1983)*.

Cette lenteur du sol à se former nous fait dire que le sol est un capital qu'il ne faut pas gaspiller. La productivité de même que l'utilisation du sol pourraient être compromises dans l'avenir si la gestion de ce capital nature n'est pas adéquate.

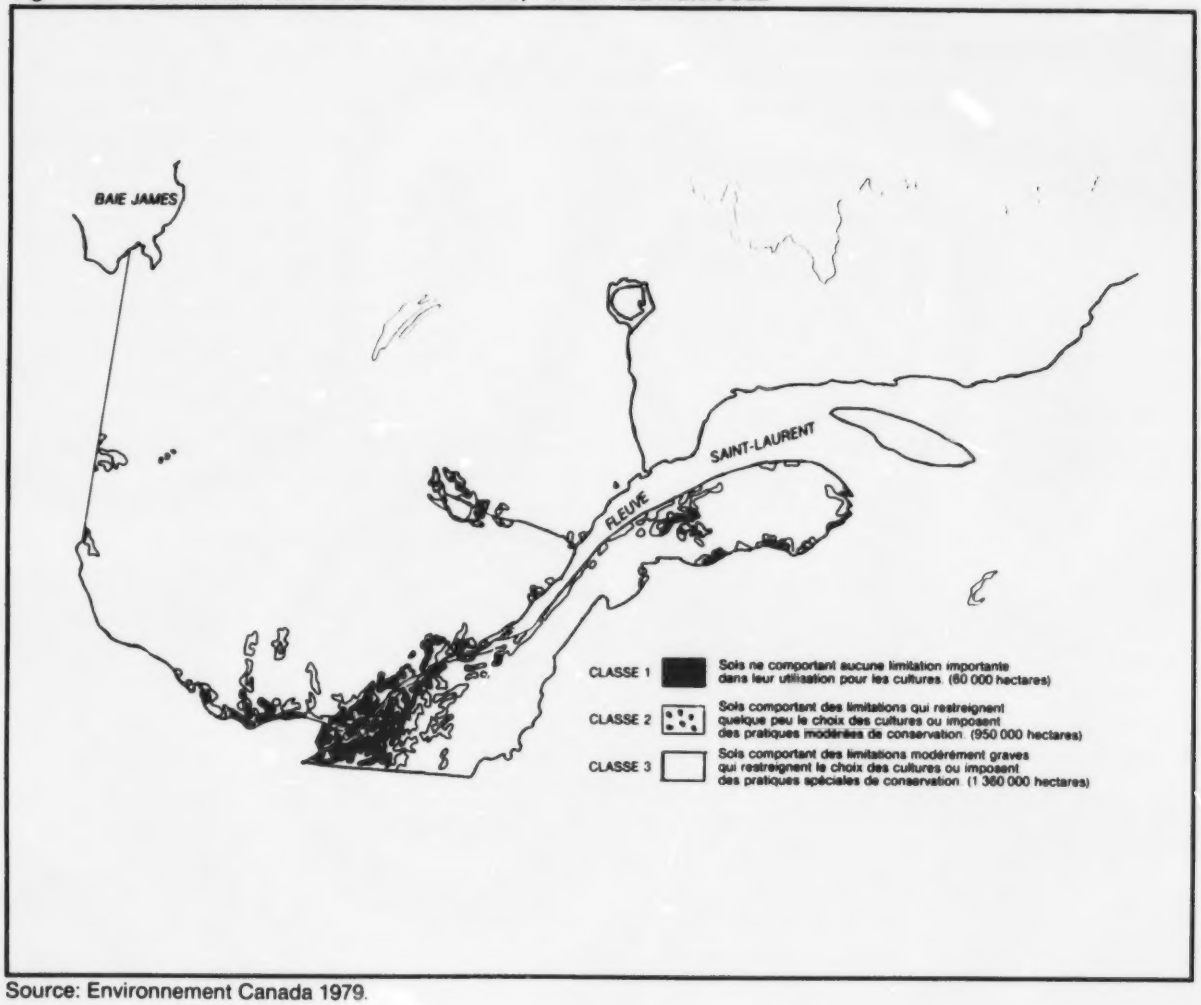
À titre informatif, nous présentons aux figures 5.1 et 5.2 une cartographie du potentiel des terres pour la foresterie et pour l'agriculture, respectivement, sur le territoire québécois.

Figure 5.1 INVENTAIRE CANADIEN DES TERRES; POTENTIEL FORESTIER



Source: Environnement Canada 1979.

Figure 5.2 INVENTAIRE CANADIEN DES TERRES; POTENTIEL AGRICOLE



Source: Environnement Canada 1979.

Aux sections suivantes, sont abordés les activités humaines et les processus naturels qui diminuent la superficie de sol productif ou affaiblissent la productivité de celui-ci. La figure 5.3 présente les différentes sources pouvant avoir des répercussions sur le sol, que ce soit par sa destruction, sa dégradation, sa contamination ou par la perte de son utilisation.

5.2 LA DÉGRADATION DES SOLS

On parle de dégradation des sols lorque ce dernier perd une ou plusieurs caractéristiques qui affectent ou peuvent affecter à long terme sa productivité.

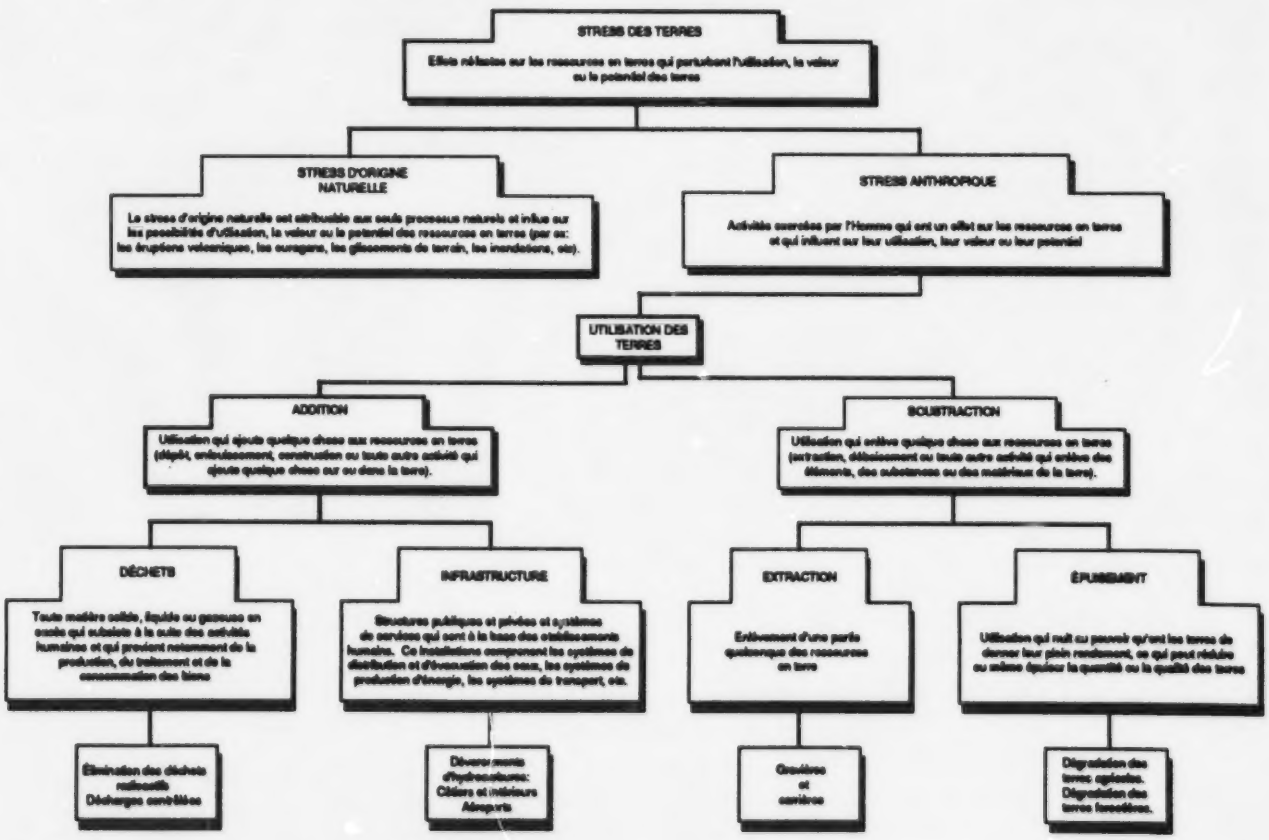
Certaines activités ou pratiques peuvent diminuer la productivité du sol. En effet, des pratiques agricoles et forestières peuvent être responsables d'une dégradation des sols. Des études démontrent que l'industrialisation de ces pratiques a contribué à l'appauvrissement des sols, par perte de matière organique, par compactage, par érosion ou par acidification.

Le tableau 5.1 nous montre pour chacun de ces deux domaines d'activité les dégradations qui y sont induites.

TABLEAU 5.1
Types de dégradation des sols au Québec

TYPES DE DÉGRADATION	SOLS AGRICOLES	SOLS FORESTIERS
Perte de matière organique	X	
Compactage	X	X
Érosion		
- éolienne	X	
- hydrique	X	X
Acidification	X	X

FIGURE 5.3
Les terres du Canada-stress et impact



Source: Environnement Canada (1983), "Les terres du Canada-Stress et Impact"

5.2.1 La perte de matière organique

La matière organique est une source importante d'azote et d'oligoéléments; elle constitue un agent de liaison essentiel à la structure du sol. Elle ameublit la terre et augmente sa capacité de rétention d'eau. Cette matière organique est également l'hôte d'une myriade de micro-organismes qui la décomposent en éléments plus simples assimilables par les plantes et qui, par leur travail, aèrent le sol.

Une baisse de la matière organique du sol entraîne inévitablement une diminution en éléments nutritifs; le sol devient sensible à l'érosion, au compactage et au ruissellement. En agriculture, une perte de matière organique est habituellement reliée à un travail intensif, à la jachère d'été ou à de mauvaises techniques d'assolement. Au Québec, on estime que les sols cultivés depuis au moins cinquante ans selon la rotation classique céréales-foin ont perdu de 30 à 35 p. 100 de matière organique.

5.2.2 Le compactage

Le compactage accroît la densité du sol, ce qui, à son tour, réduit la diffusion de l'oxygène et l'infiltration de l'eau, nuit au développement des racines et diminue le rendement des cultures. Les sols argileux des basses-terres du Saint-Laurent sont les plus vulnérables au compactage. Les sols modérément humides qui subissent un travail excessif ou le passage répété de machines lourdes sont compactés eux aussi. De plus, les mécanismes de dégradation sont souvent intimement liés. Les sols érodés ou qui ont perdu leur matière organique en raison d'une mauvaise gestion ont habituellement une piètre structure et sont particulièrement vulnérables au compactage.

En foresterie, l'utilisation de machineries de plus en plus lourdes et de certaines techniques de coupe inadéquates entraîne des perturbations importantes du sol telles que le compactage.

5.2.3 L'érosion

La forme de dégradation du sol la plus courante est la perte de la couche arable par érosion hydrique ou éolienne. L'érosion appauvrit le sol en épuisant la matière organique, affaiblit sa structure, diminue sa capacité de rétention de l'eau et en abaisse la productivité.

L'érosion hydrique

L'érosion hydrique survient lorsque le volume d'eau libéré par les précipitations ou le ruissellement dépasse la capacité d'absorption du sol. On a mesuré dans la plaine du Saint-Laurent des taux d'érosion de 6 à 13 tonnes/ha pour la pomme de terre et le maïs respectivement. Un sol laissé sans couvert végétal peut perdre annuellement plus de 30 tonnes/ha à cause de l'érosion hydrique (Bernard 1983). Cela illustre très bien l'effet que certaines pratiques agricoles peuvent avoir en augmentant la sensibilité du sol à l'érosion. Dans la région des Appalaches, au sud-est de Montréal, on a enregistré des pertes causées par l'érosion hydrique pouvant aller jusqu'à 50 tonnes par hectare en l'espace de quatre ans. Jusqu'à 30 p. 100 des terres cultivées sont modérément ou fortement érodées dans les régions vallonnées du Québec.

Dans le domaine forestier, les coupes "à blanc" sur des pentes dont le substrat est sensible à l'érosion hydrique sont également source de dégradation des sols.

L'érosion est un phénomène qui se fait sentir également le long des berges "sensibles" des cours d'eau.

L'érosion éolienne

Il y a érosion éolienne quand des vents violents balaient un sol sec, laissé sans protection. La sensibilité des terres à cette forme d'érosion augmente considérablement lorsqu'il y a travail excessif du sol, jachère d'été ou absence de déchets de culture ou de couverture végétale. Une autre pratique qui peut accroître les pertes attribuables à l'érosion éolienne consiste à arracher les plantations de brise-vent pour faciliter l'emploi de machines lourdes. L'érosion éolienne entraîne une dégradation importante des sols organiques à texture légère du Québec, où jusqu'à 400 000 m^3 de terre arable sont perdus chaque année.

5.2.4 L'acidification

Bien que l'acidité résulte en bonne partie de conditions naturelles du sol, certaines pratiques, comme une application excessive d'engrais minéraux, contribuent à l'acidification. De plus, les précipitations acides, dans une certaine mesure, accélèrent l'acidification des sols québécois (Voir la section spéciale sur les précipitations acides).

Dans le domaine forestier, le remplacement des forêts mixtes ou feuillues par des forêts artificielles, principalement résineuses, amplifie le phénomène d'acidification des sols

5.2.5 Les solutions et perspectives

Les solutions au problème de la dégradation des sols sont multiples. Ces solutions se retrouvent dans des pratiques agricoles et forestières respectueuses des caractéristiques d'un sol donné.

Bien que découlant de préoccupations récentes au Québec, la conservation des sols agricoles et forestiers est un sujet qui prendra de plus en plus d'importance dans les années à venir. Dans un contexte d'utilisation rationnelle de nos ressources, la dégradation des sols ne peut être ignorée, compte tenu qu'il s'ensuivrait une baisse de productivité.

5.3 LA CONTAMINATION DES SOLS

Comme c'est le cas dans d'autres pays, le Québec produit un volume important de déchets qui sont reconnus comme dangereux. La gestion inadéquate de ces résidus a produit un nombre important de lieux d'élimination de déchets dangereux. Cela est la source d'un des plus sérieux problèmes environnementaux de l'heure dans la plupart des pays industrialisés, soit la contamination des sols.

Jusqu'à aujourd'hui, mais plus particulièrement avant le début des années 1980, les producteurs de ces déchets dangereux se sont départis de ceux-ci au moindre coût, c'est-à-dire dans les dépotoirs municipaux ou industriels, sur le site même du lieu de production et quelquefois dans des lieux clandestins.

Cette gestion inadéquate risque d'avoir, dans certains cas, des conséquences tragiques sur l'environnement et la santé humaine comme en fait foi l'expérience d'autres pays, notamment l'Allemagne, la Hollande et les États-Unis. Les célèbres cas de Love Canal en 1979 et Leker Kenk ont mis en lumière ces sinistres conséquences et sonné le réveil dans l'opinion publique. L'expérience récente démontre que le problème prend une ampleur et des dimensions insoupçonnées. C'est ainsi que, par exemple, l'on considère maintenant les lieux d'élimination de déchets comme étant la source principale de contamination de la rivière Niagara.

Le Québec n'échappe pas aux problèmes de la mauvaise gestion passée des déchets industriels toxiques. Qu'il suffise de citer le cas des lagunes de Mercier, qui ont occasionné une contamination de la nappe phréatique sur une grande superficie et qui ont nécessité, de la part du gouvernement, l'engagement de sommes importantes (de l'ordre de 10 millions de dollars) pour limiter les dégâts et restaurer la zone contaminée. Un autre cas majeur est celui de l'ancien dépotoir municipal de LaSalle où des résidences étaient construites sur une zone fortement contaminée par une multitude de produits chimiques. La démolition d'une partie d'un quartier résidentiel a été nécessaire pour en effectuer la restauration afin de garantir la sécurité du public et de préserver la qualité de l'eau du canal de l'Aqueduc, point d'alimen-tation en eau potable de Montréal. Là encore, des sommes importantes ont dû être allouées à la restauration (8,8 millions de dollars, dont 7 millions proviennent du gouvernement du Québec).

L'existence reconnue ou appréhendée d'un nombre important de lieux contenant des déchets dangereux dont on ignorait souvent la nature, l'emplacement et, dans la presque totalité des cas, les conséquences sur la santé publique et l'environnement, a amené le ministère de l'Environnement à créer, en 1983, un groupe de travail: le Groupe d'étude et de restauration des lieux d'élimination de déchets dangereux (GERLED).

Les travaux du GERLED ont permis d'identifier, jusqu'à présent, 332 lieux ayant potentiellement reçu des déchets dangereux. Cet inventaire ne peut toutefois être considéré comme complet en raison même des limites de cet exercice, ce qui présuppose qu'un certain nombre de lieux viendra se rajouter tout au cours de l'opération.

Une classification préliminaire de ces lieux a été réalisée lors de l'inventaire en fonction du niveau de risque qu'ils représentent, en tenant compte des informations alors disponibles sur la nature et le comportement des déchets dangereux. Cette classification répartit les lieux inventoriés en catégorie I, II, III et IV, en fonction des risques pour la santé publique et l'environnement[1]. Ce sont surtout les lieux de catégorie I, soit 66 lieux au stade actuel de nos connaissances, qui retiennent l'attention, puisque ce sont les lieux identifiés comme présentant un danger ou un potentiel élevé de risque pour la santé publique ou pour l'environnement.

[1] Au fur et à mesure que se précise la caractérisation, certains lieux peuvent se retrouver dans une autre catégorie.

Voir, à la figure 5.4, la répartition des lieux d'élimination des déchets dangereux par région administrative.

5.4 LES PERTES D'UTILISATION DU SOL

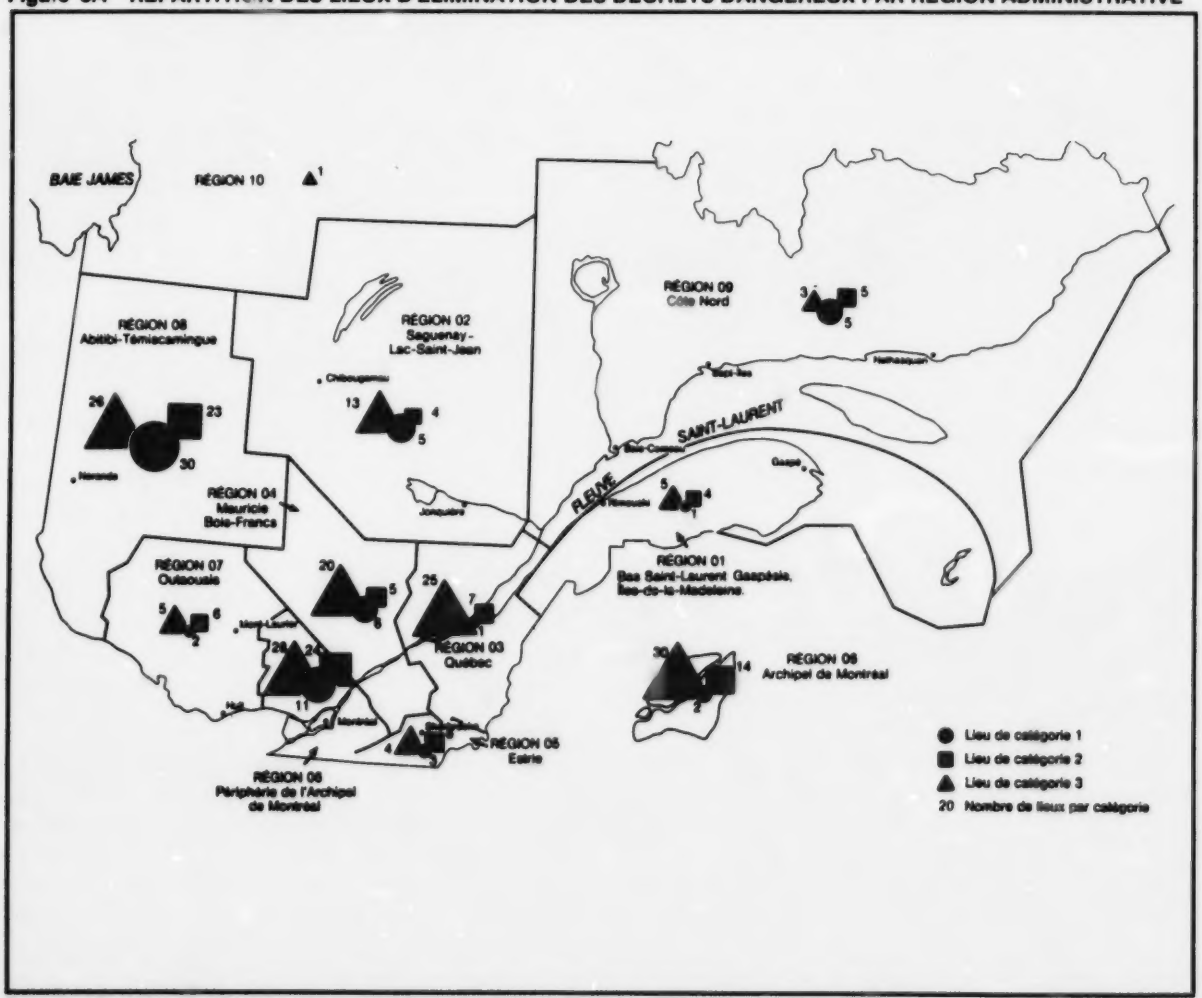
5.4.1 L'entreposage et l'enfouissement des déchets

Aujourd'hui encore, une grande quantité de déchets sont entreposés sur le sol ou enterrés. Quoiqu'il n'existe pas de compilation récente du nombre d'hectares perdus pour l'enfouissement de ces déchets, les estimations actuelles sont à l'effet que cette activité accapare une surface importante du sol. Par exemple, une donnée partielle de 1982 révèle que les 56 lieux d'enfouissement sanitaire alors inventoriés au Québec, occupaient une superficie totale de 730 hectares. La superficie de ces lieux variait de 0,6 à 55 hectares.

Les déchets proviennent principalement des usines de transformation des matières premières et des déchets domestiques. Ils peuvent être putrescibles ou non, organiques, inorganiques, dangereux, non dangereux, métalliques ou non selon leur nature. Certains peuvent être recyclés, d'autres ne le peuvent pas.

Les quantités de déchets de diverses sources au Québec sont importantes. Le tableau 5.3 en donne un aperçu.

Figure 5.4 RÉPARTITION DES LIEUX D'ÉLIMINATION DES DÉCHETS DANGEREUX PAR RÉGION ADMINISTRATIVE



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des substances dangereuses, 1985.

Les déchets sont regroupés en trois grands groupes; tout d'abord il y a les déchets appelés "solides" et qui sont assujettis au règlement sur les déchets solides. Le tableau 5.2 donne un aperçu des quantités générées par catégorie de déchet.

Ensuite, il y a les déchets dits dangereux et définis dans le Règlement sur les déchets dangereux. On évalue la quantité de déchets inorganiques dangereux à 300 000 tonnes par an et la quantité de déchets organiques dangereux à 50 000 tonnes par an.

En troisième place, viennent les déchets exclus des deux règlements précédents et qui font l'objet de règlements d'élimination particuliers. Ils comprennent par exemple les carcasses d'automobiles, les rebuts pathologiques, les résidus miniers, les boues des usines de pâtes et papiers et les déchets des usines de raffinage de pétrole.

En résumé, les déchets générés au Québec sont soit incinérés, recyclés, entreposés ou encore éliminés par enfouissement ou par traitement (pyrolyse, réactions chimiques, etc.). Le tableau 5.3 fournit quelques chiffres sur les tonnages de déchets solides et le pourcentage de la population correspondante, en fonction des modes d'élimination de ces déchets.

Plusieurs modes d'élimination de ces déchets sont pratiqués au Québec. En ce qui concerne les déchets municipaux (ordures ménagères, déchets des commerces, des institutions et des petites et moyennes entreprises, déchets volumineux, résidus d'usines de traitement des déchets et débris de démolition et d'excavation) plusieurs lieux d'élimination sont utilisés. Le tableau 5.4 précise l'importance de chacun de ces lieux.

L'enfouissement sanitaire est un mode d'élimination qui assure, dans la majorité des cas, une protection adéquate de l'environnement lorsqu'il est effectué sur un terrain propice et selon les règles de

TABLEAU 5.2
Quantité annuelle estimée de déchets solides en fonction de leur catégorie (1)

Catégorie de déchets solides	Sources	Quantité estimée (millions de tonnes)
Déchets municipaux: - déchets résidentiels (y compris les monstres) - déchets urbains - déchets de petits commerces	Habitations unifamiliales Habitations multifamiliales Parcs Rues Commerces de quartier	2,1
Déchets commerciaux	Rues commerciales, centres commerciaux, commerces de gros, entreprises de services	1,4
Déchets institutionnels	Réseau de l'éducation, réseau de la santé, institutions pénitentiaires, autres institutions	
Déchets industriels	Industries manufacturières	1,2
Matériaux secs	Débris de démolition et autres matières associées	0,8
Boues d'épuration	Stations d'épuration des eaux usées (municipales) Fosses septiques	0,1
TOTAL		5,6

(1) Déchets solides au sens du Règlement sur les déchets solides.
Source: Ministère de l'Environnement, 1987

TABLEAU 5.3

Répartition de la population desservie et du tonnage de déchets solides correspondant aux différentes méthodes d'élimination (année 1986)

Méthode	Pourcentage de la population desservie	Tonnage (1) ramassé par an
Incinération	23	566 000
Enfouissement sanitaire (2)	70	4 070 000
Dépôt en tranchée	3	88 000
Dépotoir	4	107 000
Dépôts et matériaux secs	(3)	800 000
TOTAL	100	5 600 000

(1) : Sources: Estimations et inventaires divers du ministère de l'Environnement du Québec
(2) : Incluant certains matériaux secs et les boues pouvant être ramassées à la pelle des stations d'épuration
(3) : Clientèle commerciale et industrielle surtout

Source: Ministère de l'Environnement, 1987

l'art. Toutefois, on note des lacunes significatives sur quelques lieux d'enfouissement dans la plupart des régions au niveau de l'aménagement, de l'exploitation journalière et de la restauration finale.

Les déchets industriels non dangereux, quant à eux, sont en partie incinérés et en partie déposés dans les lieux d'élimination. Dans le cas des pâtes et papiers, c'est 10 p. 100 des écorces et 50 p. 100 des boues primaires, soit 1000 tonnes par jour, qui sont enfouies. Il n'existe présentement, au Québec, qu'un seul lieu autorisé pour l'élimination de déchets industriels, en excluant les lieux d'élimination pour les industries de pâtes et papiers et les lieux d'élimination des déchets solides.

Pour ce qui est des déchets industriels dangereux, Tricil incinère environ 40 000 tonnes métriques de déchets industriels organiques alors que Stablex traite environ 55 000 tonnes métriques de déchets inorganiques. Cette dernière compagnie enfouit dans le sol, coulés dans du béton, les déchets ainsi neutralisés qui proviennent à 63 p. 100 des États-Unis et à 7 p. 100 du reste du Canada.

Les nombreuses lacunes relatives à l'élimination des déchets ont amené la prolifération de dépôts sauvages non contrôlés tels que celui de Saint-Amable pour les pneus usagés ou LaSalle Coke pour les déchets industriels.

Le recyclage des déchets, le traitement des déchets dangereux ainsi que l'enfouissement approprié des matériaux inutilisables sont les avenues qui s'offrent dans l'avenir si l'utilisation du sol et du territoire doit être maximisée.

TABLEAU 5.4

Nombre de lieux d'élimination de déchets autorisés et envisagés (situation en mars 1987)

Lieux	Nombre autorisé	Total envisagé (1) d'ici 1 - 2 ans	Coût par tonne
Incinérateurs	3	3	32,00 $
Lieux de traitement (2)	2 (3)	2	
Enfouissements sanitaires	70 (4)	92	10,00 $
Dépôts en tranchée	239	250	9,50 $
Dépôts de matériaux secs	33	33	
Dépotoirs	64	0	
Dépôts de déchets en milieu nordique	11		
TOTAL	422	380	—

(1) Nombre envisagé: nombre estimé en fonction des plans directeurs régionaux revisés selon le contexte de mars 1987
(2) Lieu de traitement: usine valorisant les déchets par un procédé basé sur la haute technologie
(3) Les deux lieux sont autorisés mais non encore implantés
(4) Dont un lieu autorisé mais non encore implanté

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de la récupération et du recyclage, 1987.

5.4.2 La construction d'infrastructures de transport

Les infrastructures de transport telles que le réseau routier, les chemins de fer, les lignes hydro-électriques, les emprises des gazoducs et oléoducs et les installations portuaires, couvrent une surface importante de notre territoire. Les superficies allouées aux infrastructures de transport représentent des surfaces de sol partiellement ou totalement perdues pour d'autres utilisations.

Le tableau 5.5 montre l'importance du réseau routier exprimée en kilomètres.

TABLEAU 5.5

Inventaire en kilomètres du réseau routier en 1985

Types de routes	Pavées	Non pavées	Total
Autoroutes	4 695	-------	4 695
Routes provinciales	9 566	449	10 015
Routes régionales	7 767	860	8 627
Routes municipales	17 353	19 385	36 738
TOTAL	39 381	21 694	60 075

Source: Ministère des Transports, 1987

En plus de limiter l'utilisation du sol aux endroits où elles sont érigées, ces infrastructures peuvent créer des obstacles infranchissables aux activités qui y prévalent. Le cas des autoroutes est éloquent à ce sujet.

Dans le domaine du transport aérien, l'aéroport internationnal de Mirabel constitue un exemple bien connu de pertes d'utilisation du sol en particulier pour l'agriculture. Pour une superficie opérationnelle de 6920 ha, les promoteurs ont exproprié 35 000 ha de bons sols agricoles. Quoique l'agriculture était autorisée en périphérie de cette superficie, l'impact sur les agriculteurs a été inattendu, ceux-ci perdant l'intérêt de cultiver. Cette baisse d'intérêt a entraîné un abandon des terres et une diminution de production agricole dans le secteur. Actuellement, les promoteurs parcourent un chemin inverse en revendant les terres périphériques aux anciens propriétaires.

5.4.3 L'exploitation des carrières, sablières et gravières

L'exploitation des carrières, sablières et gravières est une activité susceptible de créer des problèmes environnementaux de nature multiple dont celui d'une perte d'utilisation du sol. De plus, la localisation des dépôts et couches minérales étant des données fixes, les sites d'extraction peuvent se retrouver en milieu agricole ou encore à proximité des habitations en milieu urbain.

Lors de leur exploitation et après celle-ci, le sol est altéré de façon dramatique et les activités environnantes perturbées selon l'ampleur des projets. Le problème se traduit le plus souvent en termes de brisure du paysage, d'accessibilité du territoire et en termes de circulation si l'on restreint notre analyse au domaine du sol.

En 1986, on comptait environ 10 000 sablières actives ou abandonnées. On compte également un grand nombre de carrières où on exploite le granit, le calcaire, le grès, le marbre et le schiste.

On dénombre 68 carrières de calcaire et les plus importantes se situent dans la région métropolitaine. Les autres sont situées dans les régions de Québec, Trois-Rivières, Joliette, Hull et Roberval principalement.

Dans la pierre de taille, 54 carrières se partagent le marché. On y produit la pierre concassée, la pierre de taille et des pierres diverses. Une trentaine d'entre elles, exploitées par 21 producteurs, alimentent en pierre de taille l'industrie du granit de construction et du monument dans les régions du Saguenay - Lac Saint-Jean, de Portneuf, de la Mauricie, de l'Estrie et la région de Mont-Laurier. Parmi les 12 usines de transformation du granite de construction, les principales sont situées à Saint-Augustin et à Saint-Sébastien. Les tableaux 5.6 et 5.7 donnent une vue d'ensemble de ce secteur.

En 1986, 885 permis d'exploitation de carrières et de sablières ont été émis. Le ministère des Transports et 252 établissements actifs dans ce domaine se partagent ce matériau, dont les dépôts se retrouvent un peu partout au Québec. D'après des estimations, en 1977, 10 200 hectares de terres étaient perturbés par l'exploitation des sablières, gravières et sablières (Comité national permanent de l'agriculture, des pêches et des forêts, 1984).

Les impacts de l'exploitation des carrières et sablières sur le sol peuvent être minimisés et quelquefois annulés par une restauration adéquate. Le site peut même être revalorisé en lui conférant une nouvelle vocation et en y réalisant les aménagements nécessaires. Dans les zones urbaines, quelques-uns de ces sites ont été réaménagés en leur donnant un rôle utilitaire ou récréatif. Pour le reste du territoire, peu d'efforts ont été faits en ce sens. Les contraintes que l'on rencontre pour leur réaménagement découlent à la fois d'un manque de fonds et de l'intermittence des exploitations.

Au Québec, des efforts sont consentis dans ce sens et devront être poursuivis dans l'avenir.

5.4.4 L'entreposage des résidus miniers

En 1983, on évaluait le nombre des parcs miniers privés et publics à plus de 100.

TABLEAU 5.6
Superficie (en hectares) des sablières, gravières et carrières

Région	Sablières et gravières			Carrières et mines à ciel ouvert	
	Surface totale perturbée	Superficie perturbée	Superficie moyenne des puits	Superficie perturbée	Superficie moyenne des puits
Est de l'Ontario et Vallée de l'Outaouais	4 836	3 935	4,2	901	10,7
Nord-Ouest	452	446	3,5	6	3,0
Vallée du Saint-Laurent et l'Estrie	8 821	7 310	6,6	1 511	17,5
Bas-Saint-Laurent	643	643	3,9	-------	-------
TOTAL	14 752	12 334	18,2	2 418	31,2

Source: Environnement Canada, 1983

TABLEAU 5.7
Superficie (en hectares) et nombre de sablières, gravières et carrières dans un rayon de 8 km à partir des grands centres au Québec et dans l'Est de l'Ontario

Région	Distance par rapport à un grand centre					
	0,16 km		0,16 à 4,8 km		4,8 à 8 km	
	Superficie (hectares)	Nombre	Superficie (hectares)	Nombre	Superficie (hectares)	Nombre
Est de l'Ontario et Vallée de l'Outaouais	528	62	2 035	438	602	140
Nord-Ouest	6	1	118	34	116	23
Vallée du Saint-Laurent et l'Estrie	889	56	2 927	320	1 782	226
Bas-Saint-Laurent	52	3	269	71	53	29
TOTAL	1 475	122	5 349	863	2 553	618

Source: Environnement Canada, 1983

Aucune solution financièrement acceptable et commune aux terrils (parcs à résidus) sulfurés ou acides n'a été trouvée et éprouvée. Il apparaît que la composition, l'emplacement et l'état de dégradation de chaque terril diffèrent et appellent des solutions adaptées à chacun des cas.

Les technologies sur la remise en végétation des terrils sont loin d'être bien connues, et leurs coûts sont très élevés. Pourtant, la seule solution acceptable est celle qui procurera une végétation permanente, sans entretien, et qui permettra à la nature de reprendre ses droits. Pour l'instant, les parcs miniers représentent la moitié des sites à risques élevés pour l'environnement ou pour la santé des populations au Québec.

Il semble que les travaux qui sont effectués actuellement permettent seulement de stabiliser les pentes érodables, de limiter la pollution par la poussière, et de minimiser le ruissellement et l'oxydation, tout en améliorant l'esthétisme des lieux.

5.4.5 Les glissements de terrains, les coulées argileuses et l'érosion des berges

Les phénomènes naturels imposent également une contrainte à l'utilisation du sol; il suffit de penser aux inondations, aux glissements de terrain et aux coulées argileuses qui surviennent sur le territoire québécois. Ces phénomènes sont naturels et dans une certaine mesure prévisibles. Dans ces zones, les activités doivent être volontairement limitées afin de prévenir des pertes humaines et matérielles importantes.

Les principaux problèmes d'érosion et de glissements de terrain qui touchent le Québec méridional sont reliés à la présence des sédiments fins déposés progressivement dans la mer de Champlain , il y a 12000 ans, à la suite du retrait de la calotte glaciaire qui recouvrait toute la partie nord de l'Amérique du Nord.

La remontée isostasique du continent a permis l'exposition à l'air libre des sédiments. Le réseau hydrographique s'est développé et les vallées se sont progressivement encaissées par érosion. Les glissements de terrain et les coulées argileuses ont débuté dès que les dénivellations ont été suffisantes compte tenu des propriétés géomécaniques des dépôts.

Les grandes étendues "argileuses" du Québec se retrouvent en Abitibi-Témiscamingue, dans les vallées de l'Outaouais, du Saint-Laurent, du Saguenay et autour du lac Saint-Jean.

Les glissements de terrain, les coulées argileuses et les autres processus d'érosion s'intègrent dans l'évolution géologique normale du relief terrestre.

Ce phénomène naturel peut être ralenti par la conservation d'une bande riveraine boisée qui réduit l'intensité de l'érosion et la fréquence des glissements de terrain. Les amphithéâtres dénudés, laissés par les glissements de terrain et les coulées d'argile, se couvrent naturellement de végétation après quelques années.

Les phénomènes d'érosion et de glissement de terrain, lorsqu'ils se produisent à proximité d'habitations, peuvent nécessiter des travaux préventifs ou correctifs qui ont un certain impact financier.

Les statistiques dont nous disposons pour évaluer cet impact ne sont que partielles. En moyenne, les dommages causés se chiffrent à 3 000 000 $ par année.

Les coulées d'argile, par leur ampleur et leur pouvoir de destruction, peuvent avoir des impacts importants sur la sécurité des populations. Les 31 coulées d'argile qui se sont produites entre 1840 et 1980 ont causé 96 pertes de vie et impliqué le déplacement de 982 hectares de terrain, (tableau 5.8).

La dernière coulée d'argile qui s'est produite a affecté la région de Saint-Luc-de-Vincennes, le 15 septembre 1986. Le mouvement de terrain a coupé une route secondaire alors que les matériaux d'éboulis ont complètement obstrué la rivière. Des travaux d'urgence ont été réalisés pour débloquer celle-ci.

À titre de prévention, les organismes gouvernementaux unissent leurs efforts afin de cartographier ces zones dites "à risque". Par contre, 90 p. 100 du territoire québécois est inventorié concernant les zones exposées aux mouvements de terrain.

TABLEAU 5.8

Principales coulées argileuses au Québec entre 1840 et 1980

Date	Emplacement	Superficie Ha	Pertes de vie
4 avril 1840	Rivière Maskinongé	28	
14 novembre 1859	Mont-Saint-Hilaire, rivière Richelieu	20	
1er mai 1877	Sainte-Geneviève-de-Batiscan, ruisseau Veillet	2,5	5
8 mai 1883	Charette, rivière Yamachiche	18	
27 avril 1891	Saint-Alban, rivière Sainte-Anne	6,17	4
21 septembre 1895	Saint-Luc-de-Vincennes, rivière Champlain	12	5
11 avril 1896	Grandes-Bergeronnes, fleuve Saint-Laurent	55	
7 mai 1898	Saint-Thuribe, rivière Blanche	34,5	1
11 octobre 1906	Poupore, rivière du Lièvre	43,5	
27 avril 1908	Notre-Dame-de-la-Salette, rivière du Lièvre	3,5	33
1er octobre 1921	Kénogami, rivière aux Sables	10	
? novembre 1921	Shawinigan, affluent de la rivière Saint-Maurice	3,5	
24 juillet 1935	Saint-Vallier-de-Bellechasse, rivière Saint-Maurice	5,5	
9 août 1939	Sainte-Geneviève, rivière Batiscan	3	
? mai 1943	Sainte-Émilie (comté de Lotbinière), rivière du Chêne	1,3	
1944 ou 1945	Saint-Léon-de-Maskinongé, rivière Chacoura	2,5	
18 mai 1945	Saint-Louis, rivière Yamaska	2,8	
? 1947	Desbiens, rive du lac Saint-Jean	3,8	
6 août 1951	Saint-Odile, rivière Rimouski	10,9	
5 avril 1953	Saint-Prosper-de-Champlain, rivière Charest	16	1
23 mai 1954	Saint-Jude, rivière Salvail	2,2	
12 novembre 1955	Nicolet, rivière Nicolet	1,7	3
23 mai 1962	Rivière Toulnoustouc	23	8
11 décembre 1963	Saint-Joachim-de-Tourelle, ruisseau de la Grande Tourelle	2,3	4
13 juin 1961	Desbiens, rive du lac Saint-Jean	1,5	
? mai 1970	Rivière Saint-Jean, fleuve Saint-Laurent	2,3	
4 mai 1971	Saint-Jean-Vianney, rivière Petit-Bras	30	31
19 avril 1975	Saint-Ambroise-de-Kildare, rivière Blanche	5,5	
2 avril 1976	Saint-Léon-de-Maskinongé, rivière Chacoura	1	
3 mai 1978	Sainte-Madeleine-de-Rigaud, affluent de la rivière Rigaud est	3	1
3 avril 1980	Havre-Saint-Pierre, fleuve Saint-Laurent	6,3	
TOTAL		982,1	96

Source: Ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de géotechnique

BIBLIOGRAPHIE

BERGERON, R., 1986, Érosion, glissement de terrain et coulées argileuses, ministère de l'Environnement du Québec, Direction des opérations, contribution pour le bilan de l'environnement, 7 p.

COMITÉ SÉNATORIAL PERMANENT DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHES ET DES FORÊTS, 1984, Nos sols dégradés, Le Canada compromet son avenir, 143 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1979, Canada special Resource land, Direction générale des terres, Map Folio, no 4.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1983, Mines, utilisation des terres et environnement, aperçu général au Canada, I.B. Marshall, série de l'utilisation des terres au Canada, 286 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1983, Les terres du Canada, stress et impact, Direction de la recherche et du développement en matière politique, Ottawa, 349 p.

ENVIRONNEMENT QUÉBEC, 1987, Pour une gestion intégrée des déchets, La gestion des déchets solides, Tome 5, 70 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 1986, "La dégradation des sols agricoles, causes, effets, préventions et corrections", Conseil des productions végétales du Québec, Bulletin technique no 13, 147 p. (AGDEX570)

UNIVERSITÉ LAVAL, Problématique des eaux de lixiviation des lieux d'enfouissement sanitaire, Rapport GCS-86-02, mars 1986, préparé pour le ministère de l'Environnement, Direction de la récupération et du recyclage.

UNION DES PRODUCTEURS AGRICOLES DU QUÉBEC, 1987, Réflexion sur la conservation des sols agricoles, Service d'éducation et d'information, 184 p.

ENVIRONNEMENT QUÉBEC, 1987 Gestion des lieux contaminés, programme GERLED", Direction des substances dangereuses, 63 p

SPÉCIAL

LES MILIEUX HUMIDES

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 177

1. Qu'est-ce qu'un milieu humide? 178

2. La distribution et la classification 178

2.1 Les milieux riverains 179
2.2 Les tourbières 181

3. Les fonctions et les caractéristiques des milieux humides 182

3.1 Le contrôle de l'érosion 182
3.2 Un régulateur hydrologique 182
3.3 Une usine d'épuration naturelle 182
3.4 Un habitat faunique 182
3.5 Une grande diversité biologique et un important réservoir génétique 183
3.6 Une productivité exceptionnelle 183
3.7 La valeur éducative et récréative 183
3.8 La valeur économique 183

4. Les atteintes aux milieux humides 183

4.1 Les pertes de milieux humides 184

BIBLIOGRAPHIE 187

LISTE DES TABLEAUX

MH 1 Perte de milieux riverains de 1950 à 1978 le long du Saint-Laurent (hectares)

LISTE DES FIGURES

MH 1 Grandes zones humides

MH 2 Hydrosère représentative du fleuve Saint-Laurent, région du Lac-Saint-Pierre

MH 3 Régions de milieux humides riverains le long du fleuve Saint-Laurent

MH 4 Distribution des tourbières

MH 5 Hydrosère représentative des tourbières des basses-terres du Saint-Laurent, section ouest

MH 6 Pertes et gains de milieux humides dans la région de Montréal (1966-1981)

MH 7 Utilisation des terres dans les zones humides et pré-coloniales

INTRODUCTION

Au Québec comme partout ailleurs, la reconnaissance de la valeur écologique des milieux humides est un des faits marquants du domaine de l'environnement. Longtemps considérés comme désagréables et nuisibles au développement économique et social, ils sont devenus pour les écologistes et pour une part de plus en plus considérable de la population, un milieu extraordinairement riche. Au fur et à mesure que les connaissances progressent, on ne cesse d'en mesurer les avantages et les bienfaits pour l'homme, la faune et l'environnement tout entier.

1. QU'EST-CE QU'UN MILIEU HUMIDE?

La division de la nature en deux milieux distincts, le milieu terrestre et le milieu aquatique, nous est familière depuis longtemps. Il existe cependant entre ces deux extrêmes un habitat particulier qui, sans être ni strictement aquatique ni strictement terrestre, tient à la fois de l'un et de l'autre. Ce lieu particulier de rencontre entre la terre et l'eau est ce que nous appelons le milieu humide (wetland). Il existe dans la littérature scientifique plusieurs définitions du milieu humide. On y reconnaît cependant certains traits communs.

Ce sont des terres qui sont humides dans le sens littéral du terme au moins une partie de l'année. Cette humidité est la conséquence, soit d'une nappe d'eau souterraine située à la surface du sol ou près de la surface, soit de leur inondation permanente ou périodique par une eau peu profonde.

Dans un cas comme dans l'autre, le niveau élevé d'humidité du sol a entraîné la formation de sols hydriques et favorisé la prédominance d'espèces végétales hygrophiles ou du moins capables de tolérer les inondations périodiques.

On pourrait croire à partir de ces seules caractéristiques que les milieux humides sont uniformes, tous semblables. Il n'en est rien! Ils sont d'une diversité, d'une complexité, d'une richesse inégalées dans le monde de la nature. Le marais, le marécage, la rive d'un ruisseau, d'un lac, d'une rivière, la batture, l'étang, la tourbière, la plaine de débordement sont autant de visages familiers sous lesquels on les retrouve.

Les milieux humides regroupent l'ensemble des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer, dans la mesure où elles sont présentes, les composantes sol ou végétation.

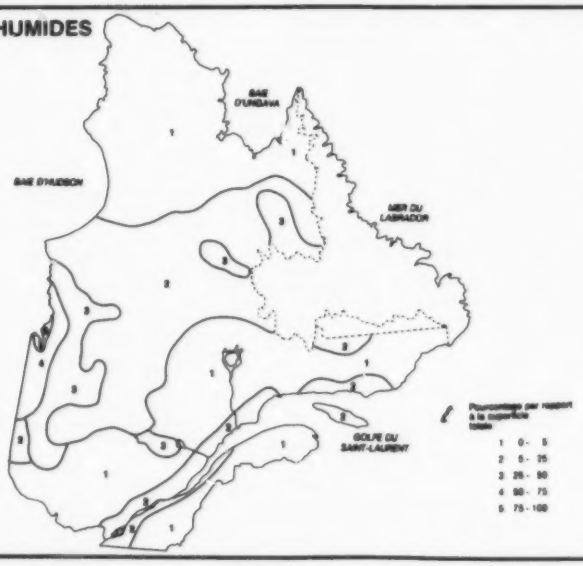
2. LA DISTRIBUTION ET LA CLASSIFICATION

Les terres humides occupent de cinq à dix p. 100 de tout le territoire québécois. Le nord, en particulier le nord-ouest du Québec, est beaucoup plus riche en terres humides que les régions densément peuplées (figure MH 1).

Les fluctuations du niveau de l'eau, la salinité de l'eau, le type d'écoulement et d'alimentation en eau, l'exposition aux vagues, le climat, les caractéristiques particulières du sol sont autant de facteurs qui influenceront la physionomie des milieux humides. Tantôt herbeuses, tantôt boisées, tourbeuses ou même rocheuses, balayées par les marées deux fois par jour ou bénéficiant d'une seule inondation annuelle, les terres humides revêtent des aspects si différents que leur classification devient rapidement complexe.

Dans un souci de simplification, nous nous limitons au niveau le plus élevé de perception qui permet de reconnaître deux grands types de terres humides: les milieux riverains, associés aux fluctuations périodiques des plans d'eau, et les milieux tourbeux ou tourbières caractérisés par une accumulation de matière organique, la tourbe.

Figure MH.1 GRANDES ZONES HUMIDES



Source: Sarazin et al, 1983.

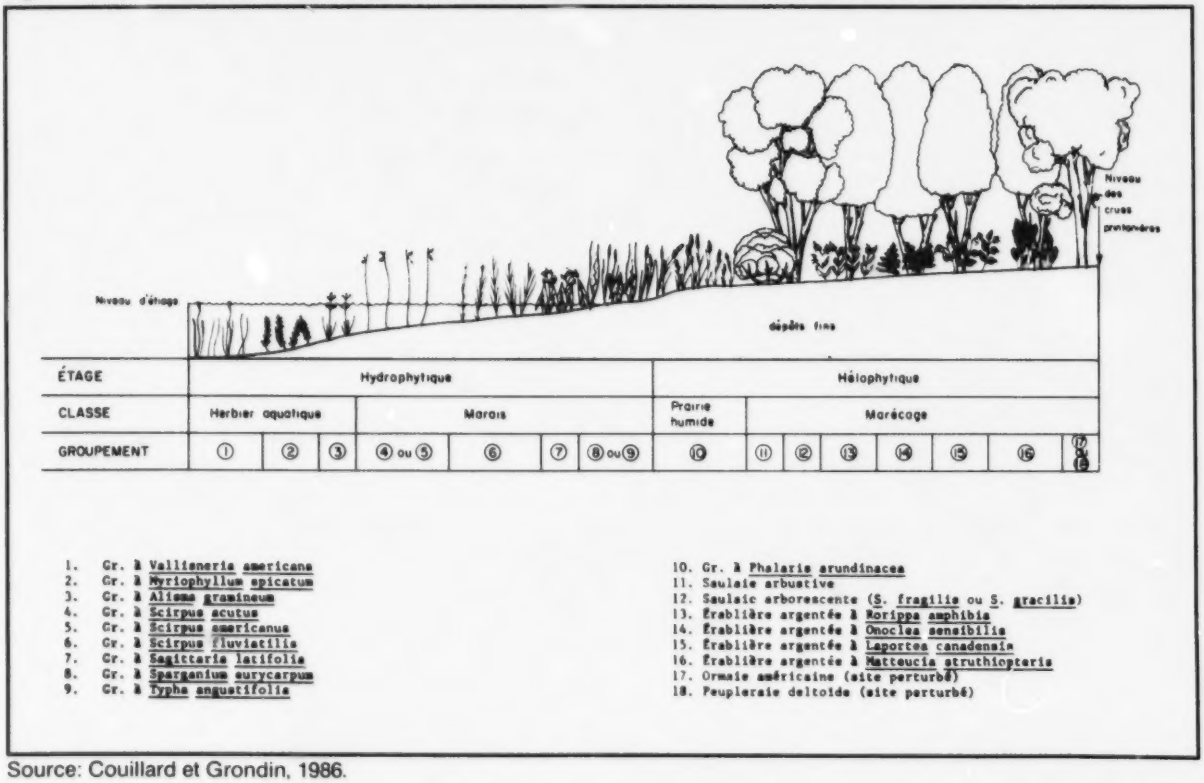
2.1 LES MILIEUX RIVERAINS

Les milieux riverains correspondent aux terres humides situées en bordure d'un plan d'eau. Sur la base du type de fluctuation du niveau de l'eau, les écologistes y distinguent deux systèmes écologiques, soit le système marégraphique et le système riverain.

Le système marégraphique correspond aux milieux humides influencés par le jeu des marées. La salinité de l'eau (salée, saumâtre, douce), l'amplitude et la périodicité des marées, la nature du substrat, la pente, le degré d'exposition aux vagues et la latitude seront les principaux facteurs qui influenceront son développement et sa colonisation par les communautés végétales et animales.

Au Québec, ce type de terres humides se retrouve sur toutes les côtes maritimes ainsi que sur la portion du fleuve Saint-Laurent et des autres cours d'eau influencés par la marée. On estime à 15 315 ha la superficie en marais dans le système marégraphique du Saint-Laurent. Les zones côtières des baies James, Hudson et Ungava en totaliseraient, pour leur part, quelque 8000 hectares.

Figure MH.2 HYDROSÈRE REPRÉSENTATIVE DU FLEUVE SAINT-LAURENT, RÉGION DU LAC SAINT-PIERRE



Source: Couillard et Grondin, 1986.

Considérant l'étendue du littoral québécois (9100 km), force est d'admettre que les superficies de marais sont très réduites. "Si on compare le nombre d'hectares de marais par kilomètre de côte, entre différentes régions situées le long de l'Atlantique, on constate que le Québec possède trois fois moins de marais côtiers (6 ha/km) que le moins bien nanti des états américains, en l'occurrence l'état de New York, et 30 fois moins que le Delaware." (D. Lehoux, 1986)

Le système riverain englobe, pour sa part, tous les milieux humides situés en bordure d'un plan d'eau sans marée, que ce soit une rivière, un lac, un ruisseau et même une plaine d'inondation ou un petit plan d'eau intermittent, pourvu que la présence de l'eau y soit suffisante pour y influencer les caractéristiques du sol et de la végétation. Dans le système riverain, la variation saisonnière du niveau de l'eau est l'élément moteur de la constitution du milieu riverain. L'influence de l'eau sur la végétation est particulièrement évidente puisqu'elle donne lieu à une répartition des groupements végétaux en bandes distinctes et parallèles au rivage, selon leur degré de tolérance aux inondations.

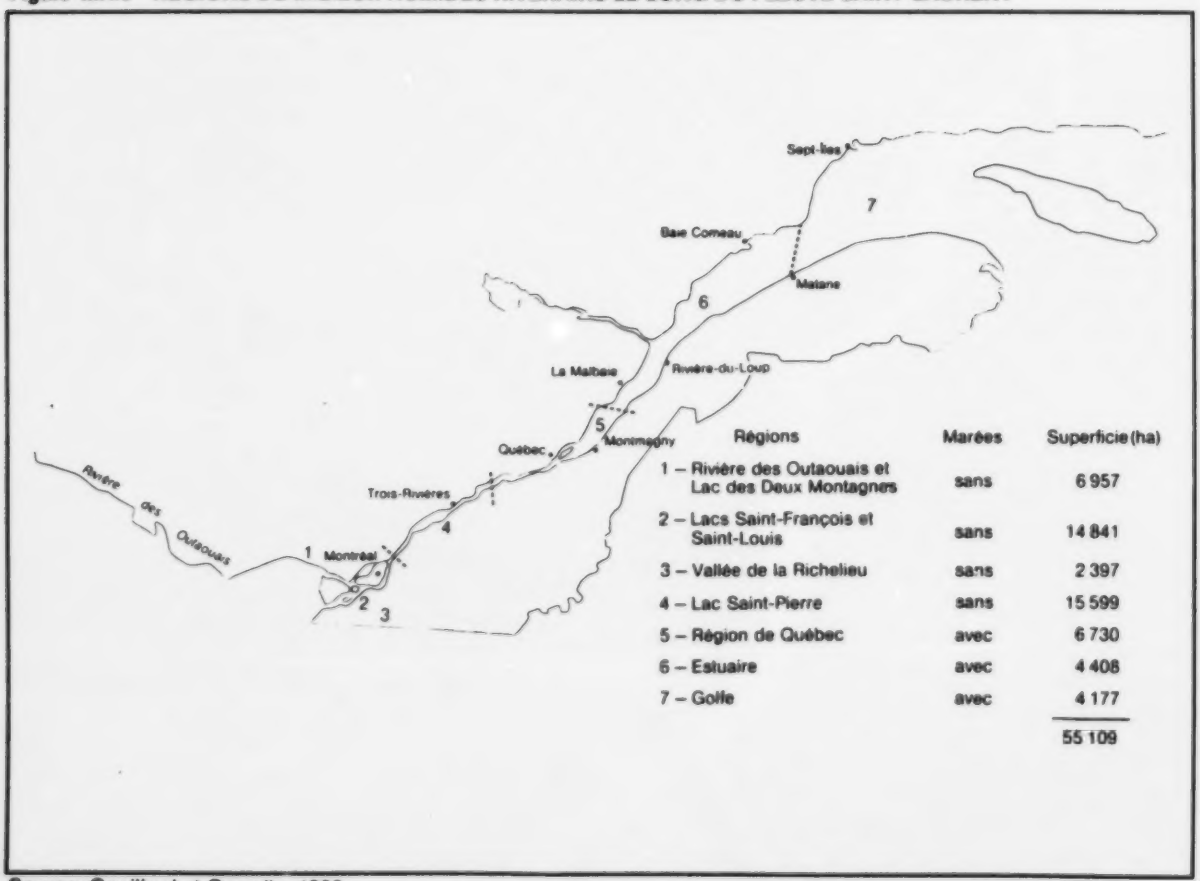
La texture et la nature physico-chimique du substrat, la pente, l'exposition aux vagues ou au courant sont d'autres facteurs qui influencent sa composition et son développement.

Les milieux humides dans le système riverain peuvent donc être très variables. Dans les secteurs où la végétation est très développée, tels que le lac Saint-Pierre, le lac Saint-Louis, la toposéquence comprend l'herbier aquatique, le marais, la prairie humide et le marécage (figure MH2). Dans d'autres secteurs, par exemple les lacs du bouclier canadien, elle ne peut être représentée que par une rive sableuse ou caillouteuse bordée d'une mince bande arbustique d'aulnes, de saules ou de myriques beaumier.

Avec près de 10 p. 100 de son territoire recouvert d'eau douce tissant un dense réseau hydrographique, le Québec est effectivement un pays de lacs et de rivières. Les milieux humides riverains étant eux-mêmes tributaires de la présence de plans d'eau, il n'est donc pas exagéré de prétendre que les milieux humides sont présents partout au Québec. S'ils sont représentés dans toutes les régions du Québec, ils ne connaissent pas cependant un développement identique partout. Sur le bouclier laurentien et les Appalaches, par exemple, les milieux humides sont généralement étroits et très peu développés en végétation. C'est dans les régions des basses-terres du Saint-Laurent, du bas plateau de l'Abitibi ou dans les régions bénéficiant d'une topographie plus plane et de dépôts de surface plus propices à l'implantation d'une végétation hydrophile abondante et diversifiée qu'ils sont les mieux développés.

Si les données sur la composition végétale et l'importance spatiale des milieux humides appartenant au milieu riverain sont relativement nombreuses, l'information synthétisée, véritablement accessible et utilisable ne l'est que pour le couloir fluvial (Figure MH 3), la rivière Richelieu et la portion aval de la rivière des Outaouais.

Figure MH.3 RÉGIONS DE MILIEUX HUMIDES RIVERAINS LE LONG DU FLEUVE SAINT-LAURENT



Régions	Marées	Superficie (ha)
1 – Rivière des Outaouais et Lac des Deux Montagnes	sans	6 957
2 – Lacs Saint-François et Saint-Louis	sans	14 841
3 – Vallée de la Richelieu	sans	2 397
4 – Lac Saint-Pierre	sans	15 599
5 – Région de Québec	avec	6 730
6 – Estuaire	avec	4 408
7 – Golfe	avec	4 177
		55 109

Source: Couillard et Grondin, 1986.

2.2 LES TOURBIÈRES

Lorsque le climat et le drainage se montrent plus favorables à l'accumulation qu'à la décomposition de la matière organique, les milieux humides qui se développent dans ces conditions sont des tourbières. Dans ces dernières, l'eau circule mal et la nappe phréatique se maintient près de la surface du sol. Cet état de saturation en eau qui crée un déficit en oxygène et l'acidité du milieu réduisent la vitesse de décomposition de la matière organique (feuilles, tiges, racines). Elle s'accumule sur place et forme un tapis parfois très épais de matière organique plus ou moins bien décomposée: la tourbe.

La distribution et la superficie

L'eau demeure un facteur essentiel au développement de tous les types de milieux humides. Dans les systèmes marégraphiques et riverains, l'eau provient de la fluctuation du plan d'eau adjacent. Par contre, le système tourbeux est un système dit "fermé". Il n'existe peu ou pas de communication directe avec le réseau hydrographique. C'est le climat (précipitation) et les caractéristiques liées au drainage (relief, type de sol) qui sont les principaux facteurs responsables de l'accumulation de l'eau dans le sol. Ainsi, les régions au relief peu prononcé, au climat humide et frais mais bénéficiant d'une saison de croissance suffisante à la production de tourbe, sont les mieux pourvues en tourbière. Au Québec, les régions présentant ces caractéristiques sont les basses-terres de la baie James, les basses-terres de l'Abitibi, celles du Lac-Saint-Jean et du Saint-Laurent (Figure MH 4).

La superficie en tourbière au Québec est estimée à près de 12 millions d'hectares. C'est de loin le type de milieux humides le plus abondant au Québec. Il est important de signaler également que plus de 90 p. 100 des superficies en tourbières sont situées au nord du 51° de latitude.

On reconnaît deux grands types de tourbières. D'abord, les tourbières ombrotrophes ou bogs, qui reçoivent peu d'éléments nutritifs et sont principalement alimentées par l'eau des précipitations. Ensuite, les tourbières minérotrophes ou fens plus riches en éléments nutritifs puisque bénéficiant d'une certaine circulation des eaux qui s'enrichissent au contact du sol minéral. Ces deux types de tourbières ne sont cependant pas exclusifs; on rencontre fréquemment ces deux types à l'intérieur d'une même tourbière où la bordure est souvent de type minérotrophe tandis que la partie centrale est ombrotrophe (Figure MH 5).

FIGURE M H .4
DISTRIBUTION DES TOURBIÈRES

Figure MH.5 HYDROSÈRE REPRÉSENTATIVE DES TOURBIÈRES DES BASSES-TERRES DU SAINT-LAURENT, SECTION OUEST

Régime trophique	Minérotrophe			Ombrotrophe			Minérotrophe		
Modèle physionomique	Fen uniforme arbustif et boisé			Bog uniforme arbustif			Fen uniforme herbacé	Fen uniforme boisé	
Biotope	Lagg			Plateau			Plateau	Lagg	
Groupement	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. Aulnaie rugueuse
2. Cédrière tourbeuse
3. Pessière noire à némopanthe ou mélèzin à némopanthe
4. Pessière noire à sphaignes et éricacées
5. Gr. à éricacées
6. Gr. à éricacées et bouleau gris
7. Gr. à *Carex stricta*
8. Bétulaie grise à némopanthe
9. Frahlière rouge tourbeuse

Source: Couillard et Grondin, 1986.

3. LES FONCTIONS ET LES CARACTÉRISTIQUES DES MILIEUX HUMIDES

3.1 LE CONTRÔLE DE L'ÉROSION

De multiples manières, la végétation des terres humides joue un rôle bénéfique dans le contrôle de l'érosion. Le réseau dense des racines maintient le sol en place, les tiges atténuent l'action des vagues diminuant ainsi leur pouvoir érosif. La vitesse du courant et la charge en particules de l'eau sont aussi des facteurs importants dans le phénomène d'érosion des rives et du lit des cours d'eau. La végétation, en ralentissant la vitesse du courant, permet aux particules de se déposer et par son effet combiné sur la vitesse et la charge en matières solides, réduit l'action érosive de l'eau.

3.2 UN RÉGULATEUR HYDROLOGIQUE

Les milieux humides jouent un rôle très important dans la diminution des risques d'inondation par la régularisation des débits. Lors de la fonte des neiges et de pluies abondantes, ils peuvent emmagasiner de grandes quantités d'eau qu'ils libéreront ensuite graduellement sur de longues périodes. Ce faisant, ils contribuent à réduire l'ampleur des inondations, à contrôler les débits et à maintenir des niveaux d'étiage plus satisfaisants.

3.3 UNE USINE D'ÉPURATION NATURELLE

Les milieux humides agissent un peu comme une usine d'épuration conventionnelle; ils captent la matière organique et les autres substances polluantes véhiculées par les sédiments, puis grâce à l'énergie lumineuse et à l'action des microorganismes, les transforment en éléments plus simples, qui pourront être utilisés sur place par la végétation, trappés au niveau des sédiments ou transportés sous forme de minéraux ou de sels nutritifs en solution. Des spécialistes du Service canadien de la faune ont estimé que cela coûterait 2,7 millions de dollars par année pour effectuer artificiellement ce que fait naturellement un marais de 250 ha. Le Conservatoire du littoral et des rivages lacustres (1983) de France mentionne, pour sa part, qu'un marais de 400 ha peut purifier les effluents azotés d'une ville de plus de 20 000 habitants.

3.4 UN HABITAT FAUNIQUE

De tous les rôles joués par les milieux humides, celui d'habitat faunique est probablement le plus souvent évoqué, parce que c'est une de ses fonctions importantes, certes, mais surtout parce que c'est un phénomène facilement observable et parfois même spectaculaire qui ne peut plus être remis en question. Les milieux humides recèlent des milieux écologiques

privilégiés, indispensables au cycle vital de centaines d'espèces animales qui s'y reproduisent, y grandissent ou y font étape au cours de leurs migrations. Au Québec, on retrouve, en effet, associées aux milieux humides, 152 espèces d'oiseaux, 27 espèces d'amphibiens et reptiles, 13 espèces de mammifères et la plupart des espèces de poissons d'eau douce. En fait, près de la moitié des espèces vertébrées du Québec sont associées aux milieux humides et à la zone sèche immédiatement adjacente.

3.5 UNE GRANDE DIVERSITÉ BIOLOGIQUE ET UN IMPORTANT RÉSERVOIR GÉNÉTIQUE

La diversité biologique associée aux milieux humides constitue un des fondements essentiels des richesses de la nature et de leur intérêt pour l'homme. Uniquement dans les marais de Kamouraska, par exemple, on a recensé 77 espèces d'oiseaux lors des migrations, neuf espèces de mammifères et 18 espèces de poissons; dans la plaine de débordement du lac Saint-Pierre, on a dénombré 200 espèces d'invertébrés différentes, 22 espèces de poissons. Plus de 70 groupements végétaux différents sont liés aux milieux humides. S'ajoute encore à la valeur des milieux humides, le fait qu'on y retrouve diverses espèces végétales et animales rares ou menacées d'extinction. Ainsi, dans une seule tourbière, celle de Venise-en-Québec, on a recensé onze espèces végétales rares.

En fait, 110 des quelque 408 plantes vasculaires rares au Québec sont associées aux milieux humides. Les espèces de faune rares, menacées ou considérées dans une situation précaire sont associées aux milieux humides dans une proportion de 70 p. 100 pour les poissons, 50 p. 100 pour les amphibiens et reptiles et 44 p. 100 pour les oiseaux.

3.6 UNE PRODUCTIVITÉ EXCEPTIONNELLE

Les milieux humides sont les plus productifs de tous les milieux naturels. À titre d'exemple, un marais à spartine irrigué par les marées deux fois par jour comme ceux qu'on retrouve à Kamouraska, produit naturellement au-delà de trois fois plus de matière végétale qu'un champ de maïs de même superficie ayant reçu une dose normale d'engrais. Ailleurs, au lac Saint-Pierre, au printemps 1983, on a estimé qu'il y avait 150 tonnes d'invertébrés dans la plaine d'inondation, sans compter les 6000 à 9000 poissons à l'hectare qu'on y retrouvait aussi. Les bénéfices de cette productivité exceptionnelle ne se limitent pas aux milieux riverains, ils débordent sur les milieux adjacents. L'importance des marais côtiers comme source majeure d'apports nutritifs indispensables aux pêches commerciales dans les estuaires et le long des côtes est mondialement reconnue.

3.7 LA VALEUR ÉDUCATIVE ET RÉCRÉATIVE

La grande diversité et la richesse floristique et faunique des milieux humides en font des lieux privilégiés où l'homme peut voir et comprendre mieux qu'ailleurs les interrelations entre les différentes composantes de la nature. À cette valeur éducative se superpose une valeur récréative indéniable. Que l'on songe seulement aux pêcheurs (1,2 million), chasseurs de sauvagines (61 000), trappeurs (19 000), observateurs de la faune (944 000), villégiateurs (environ 250 000 résidences secondaires situées à proximité de plans d'eau) dont l'activité ou à tout le moins, la qualité de l'expérience récréative est entièrement liée à la qualité des milieux humides.

3.8 LA VALEUR ÉCONOMIQUE

Chacune des fonctions déjà attribuées aux milieux humides a son pendant économique même s'il est souvent difficile de le quantifier monétairement. La réduction de l'érosion et des inondations, l'épuration des eaux, les activités humaines de consommation reliées à la pêche, la chasse à la sauvagine, au trappage, la cueillette de coquillages, la coupe de "foin" naturel ou le pâturage représentent des valeurs économiques qu'il conviendrait, certes, de mieux apprécier. À titre d'exemple, une étude réalisée par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (1981) devait révéler que des dépenses de 324 millions de dollars sont effectuées annuellement pour la pratique d'activités de prélèvement de la faune associées aux milieux humides. Il faut préciser que ces dépenses ne se rapportent qu'à la pratique d'activités récréatives et qu'elles ne couvrent pas la chasse et la pêche de subsistance ni la pêche commerciale.

4. LES ATTEINTES AUX MILIEUX HUMIDES

Ce n'est que récemment que les milieux humides ont vu s'accroître leur cote de popularité. Il y a 20 ans à peine, ils étaient encore considérés comme des obstacles au développement, des sites dont l'utilité résidait essentiellement dans leur facilité de conversion à des usages soit disant plus productifs. On les a donc remplis, pour y construire des maisons, des commerces et même des autoroutes. Ils ont été drainés, soustraits aux inondations pour y permettre l'agriculture. C'est parce que l'on comprend mieux aujourd'hui l'importance des milieux humides que leur disparition est devenue aussi préoccupante.

Tableau MH 1

Perte de milieux riverains de 1950 à 1978 le long du Saint-Laurent (hectares)

Type de milieu riverain	Système riverain	Fleuve	Estuaire	Total
Herbiers aquatiques	1 106	---	---	1 106
Marais	886	350	250	1 487
Marécages	285	57	9	351
Zones dénudées	349	201	152	702
Total	2 625	608	410	3 643

Note: La somme des chiffres peut différer des totaux à cause de l'arrondissement.

Les atteintes aux milieux humides sont variées et nombreuses. D'abord, il y a toutes les activités qui ont pour effet de contrôler ou de soustraire complètement les sites à l'influence "créatrice" de l'eau. Le drainage, les endiguements, le remplissage, peuvent être exécutés pour favoriser l'agriculture, le développement urbain ou industriel, l'infrastructure routière ou les activités récréatives. Peu importe les raisons de ces modifications, elles sont dommageables aux milieux humides puisqu'elles interviennent sur l'assise même de leur existence, l'eau. Les dragages, la création de réservoirs pêchent par excès contraire. Les milieux humides sont un judicieux mélange des trois éléments fondamentaux de la nature: l'eau, l'air, le sol. Le fait d'avoir trop d'eau ou de n'en avoir pas assez a autant d'effets néfastes sur les milieux humides. "La modération a bien meilleur goût"; voilà qui est également vrai pour les milieux humides.

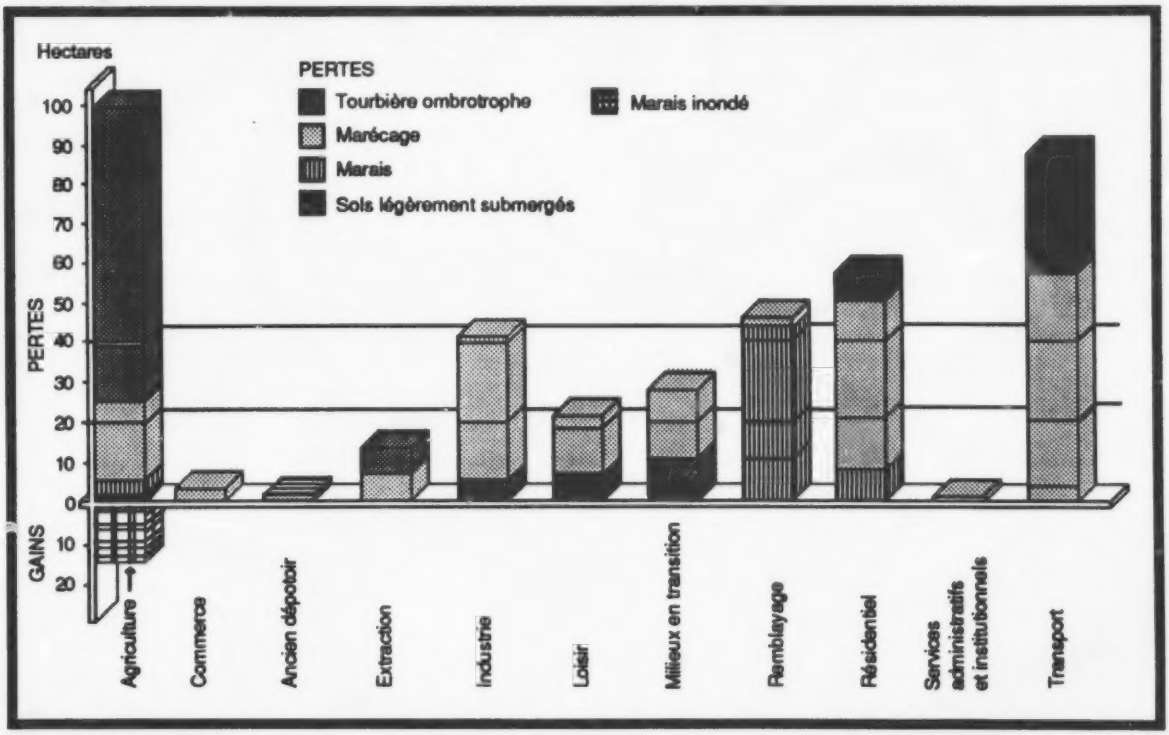
La pollution constitue aussi un autre type d'atteinte aux milieux humides. Qu'elle vienne du milieu terrestre, du milieu aquatique ou du milieu atmosphérique, son action, bien que moins apparente, n'en est que plus pernicieuse (contamination par les toxiques, perte de productivité, modification des fonctions de l'écosystème, etc.).

4.1 LES PERTES DE MILIEUX HUMIDES

Au cours de la période 1950-1978, 3643 ha de milieux humides ont été perdus le long du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Matane. Les trois quarts des pertes enregistrées pendant cette période l'ont été avant 1965. Les secteurs qui ont été les plus touchés sont le tronçon Cornwall - Trois-Rivières (système riverain) avec des pertes de 2625 ha, soit 72 p. 100 de toutes les pertes enregistrées pour le territoire étudié. Le tronçon Grondines - La Pocatière (système marégraphique, région de Québec) suit avec des pertes de 608 ha (17 p. 100) et celui entre La Pocatière et Matane (l'Estuaire) avec 410 ha (11 p. 100) (tableau MH 1).

FIGURE M H. 6

PERTES ET GAINS DE MILIEUX HUMIDES DANS LA RÉGION DE MONTRÉAL (1966 - 1981)



Source: M. Melançon, 1986.

Près du tiers (1231 ha) de ces pertes sont attribuables aux modifications liées à l'agriculture. Les autres modifications importantes responsables de ces pertes ont été le remblayage (27 p. 100 des pertes), les déblais (9 p. 100) et les infrastructures de services (9 p. 100) et finalement les industries (8 p. 100).

L'importance relative d'un groupe de modifications a varié selon les régions. Ainsi, la région de Montréal a bénéficié en 1985 d'inventaires plus détaillés où on a tenu compte, entre autres, des milieux humides en retrait des grands plans d'eau (ex.: tourbières). Les milieux humides représentaient en 1981, 5427 ha, soit à peine 1,4 p. 100 du territoire étudié. Durant la période 1966-1981, la région de Montréal a connu une perte nette de milieux humides de 392 ha (6,7 p. 100). L'agriculture (100 ha) et les infrastructures de transport (87 ha) sont responsables pour respectivement 24,6 p. 100 et 21,4 p. 100 des pertes totales enregistrées dans cette région. Les tourbières, avec des pertes de 118 ha (11,3 p. 100 des superficies présentes en 1966) ont été le type de milieux humides le plus touché (Figure MH 6).

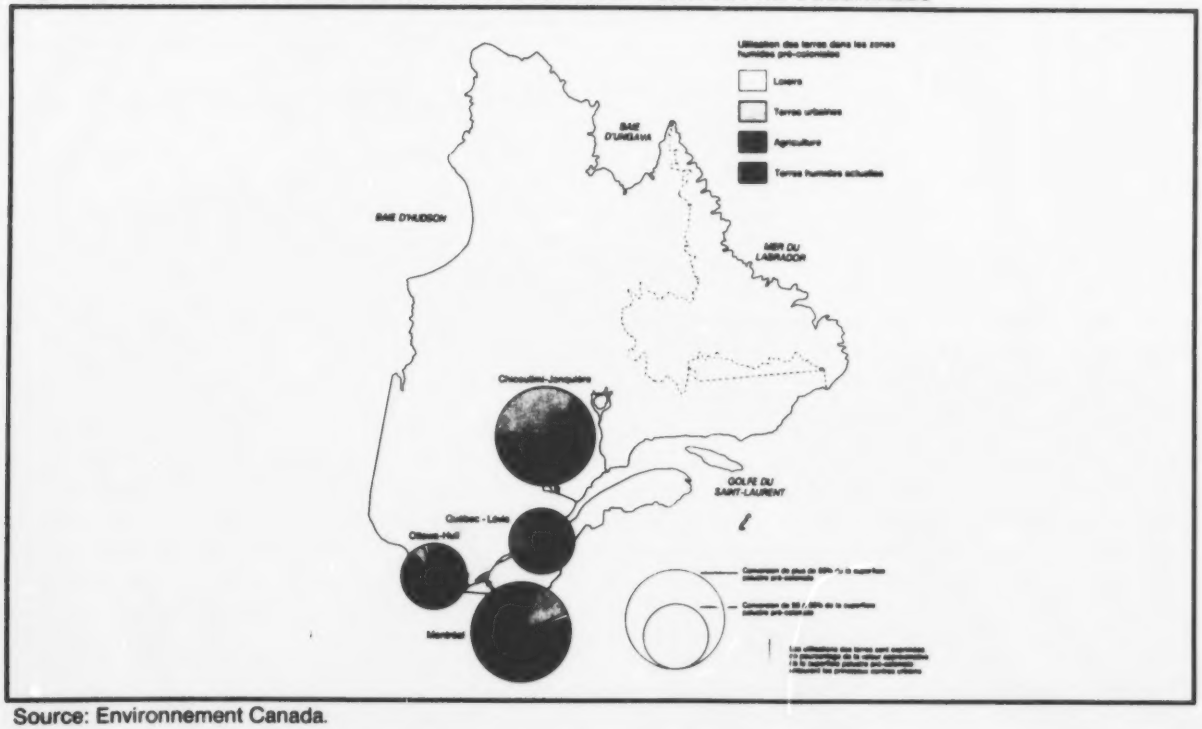
Les chiffres relatifs aux pertes de milieux humides pourraient apparaître pour certains comme faibles: 7 p. 100 de pertes en 28 ans sur le couloir fluvial; 6,5 p. 100 en 15 ans dans la région de Montréal. Cependant, ce serait oublier que les milieux humides sont une ressource très limitée, particulièrement dans le sud du Québec, et qu'ils ont déjà connu des pertes importantes. Les pertes qui s'ajoutent s'exercent sur ce qui reste de milieux humides. Dans la région de Montréal, par exemple, il ne restait, en 1966, que 20 p. 100 des milieux humides présents au début de la colonisation (Kessel-Taylor, 1984 in Champagne et Melançon, 1985) (Figure MH 7).

D'autre part, le fait que les trois quarts des pertes enregistrées au cours de la période de référence l'aient été avant 1965, peut donner l'impression que les pressions sur les milieux humides n'existent plus en 1987 et que ce sont des erreurs du passé. La construction de l'autoroute Dufferin-Montmorency sur les battures de Beauport (1984), l'aménagement du port de mer à Cacouna (1982), d'un quai à Bécancour (1983), l'endiguement des

marais de la baie de Kamouraska (1982), de la plaine de débordement du lac Saint-Pierre (1982), de la rivière du Sud (1984), le drainage des tourbières dans la région du Richelieu, de Rivière-du-Loup, de Lanaudière sont toutes des interventions récentes dont les pertes en milieux humides ne sont même pas toutes comptabilisées dans les chiffres mentionnés. En cours d'années, d'autres pertes viendront s'ajouter. Il est évident que les milieux humides, ces joyaux de la nature, sont aujourd'hui plus précieux et plus menacés que jamais.

La "Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables", adoptée récemment permettra d'améliorer l'état des milieux riverains.

Figure MH.7 UTILISATION DES TERRES DANS LES ZONES HUMIDES PRÉ-COLONIALES



Source: Environnement Canada.

BIBLIOGRAPHIE

CHAMPAGNE, J. ET M. MELANÇON, 1985. Milieux humides de la région de Montréal 1966-1981, Direction générale des terres, Environnement-Canada, Document de travail no 39.

COUILLARD, L. ET P. GRONDIN, 1986. La végétation des milieux humides du Québec, Direction du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement, Québec, 400 pages.

COWARDIN, L.M. ET AL., 1979. Classification of Wetlands and Deepwater Habitate of the United States, U.S. Department of the Interior, Fish and Wild Life Service, Biological Services Program, FWS/OBS-79/31, 104 pages.

COWARDIN, L.M., 1982. "Wetlands and Deepwater Habitats: A New Classification", dans Journal of Soil and Water Conservation: 83-85.

DRYADE, 1980. Analyse des pertes de végétation riveraine le long du Saint-Laurent entre Cornwall et Matane (1945-1960, 1960-1976), Environnement-Canada, Service canadien de la faune, Québec, 25 pages et atlas cartographique.

DRYADE, 1980. Habitats propices aux oiseaux migrateurs le long des rives de la rivière Richelieu, de la rivière Outaouais, du fleuve Saint-Laurent, de l'Estuaire du Saint-Laurent, la côte nord du golfe Saint-Laurent, de la péninsule gaspésienne et des Iles-de-la-Madeleine, Environnement-Canada, Service canadien de la faune, Québec, 66 pages.

ENVIRONNEMENT-CANADA, Direction générale des terres, 1985. Milieux humides le long du fleuve Saint-Laurent 1950-1978, Document de travail no 45.

JACQUES, D. ET C. HAMEL, 1982. Système de classification des terres humides du Québec, Direction générale de la faune, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 102 pages et annexe.

LAVOIE, LUDGER, 1984. Les terres humides et la faune, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 22 pages.

MELANÇON, M., 1986. "Des milieux qui se raréfient", dans Milieu 31: 12-15.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 1986. Politique de protection des milieux riverains, 21 pages + annexes, juin 1986.

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DE L'ONTARIO, 1984. Un système d'évaluation pour les milieux humides de l'Ontario.

SARRAZIN, R. ÉD. ET AL., 1983. La protection des habitats fauniques au Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 256 pages et annexe 175 pages.

CHAPITRE 6

LA FAUNE ET LA FLORE

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	193
6.1	La faune vertébrée	194
	6.1.1 Les ressources et les richesses	194
	6.1.2 Les menaces et les dégradations	201
6.2	Les invertébrés	209
	6.2.1 Les caractéristiques de la ressource	209
	6.2.2 Les principaux groupes d'intérêt environnemental	210
	6.2.3 La situation générale des invertébrés du Québec	211
6.3	La flore	215
	6.3.1 La diversité floristique	215
	6.3.2 Les espèces rares et endémiques	216
	BIBLIOGRAPHIE	218

LISTE DES TABLEAUX

6.1 Regroupement des espèces de poissons compte tenu de leur teneur moyenne en mercure

6.2 Influence des pêches commerciales du capelan sur l'état de santé du macareux arctique de la côte Atlantique

6.3 Importance relative de l'entomofaune canadienne par rapport à l'entomofaune mondiale

6.4 Importance relative de l'entomofaune québécoise montrée par quelques taxons

6.5 Représentation schématique du règne végétal avec le nombre approximatif d'espèces connues au Québec

LISTE DES FIGURES

6.1 Importance relative en nombre d'espèces des divers groupes de vertébrés sauvages (faune vertébrée du Québec)

6.2 Diversité faunique par milieux

6.3 Macrozonage du Québec pour la gestion de la faune

6.3 A État comparatif de la récolte et du potentiel de récolte de la faune aquatique selon les zones de planification

6.3 B État comparatif de la récolte et du potentiel de récolte de la faune terrestre et ailée

6.3 C État comparatif de la récolte et du potentiel de récolte d'animaux à fourrure pour l'ensemble du Québec

6.4 Répercussion sur la faune et l'habitat des activités d'altération

6.5 Distribution et abondance relative du cerf au Québec

6.6 Contamination par les BPC dans les composantes du milieu aquatique

6.7 Contamination par le mercure dans les composantes du milieu aquatique

6.8 Relation des teneurs en mercure de la chair des perchaudes et des dorés du lac Saint-Pierre en fonction de la masse des spécimens

6.9 Tableau de synthèse du règne animal, nombre des espèces décrites scientifiquement et leur habitat

INTRODUCTION

La présentation de la faune et de la flore occupe une place particulière dans un bilan de l'environnement. Les organismes vivants sont à la fois des bons indicateurs de l'état des conditions physico-chimiques d'existence et, en eux-mêmes, une composante essentielle du patrimoine naturel sans lequel l'homme ne peut ni survivre ni prospérer. Et pourtant... le niveau de connaissance sur la faune et la flore n'est pas proportionnel à leur rôle essentiel, comme on pourra le constater dans ce chapitre. Les espèces les plus familières, la faune vertébrée située en haut de la pyramide des organismes vivants, sera d'abord présentée; ensuite on donnera un aperçu sur les légions d'organismes "inférieurs", mais non moins indispensables, la faune invertébrée. Enfin, seront présentées certaines données globales sur la flore, à la base de la pyramide des organismes vivants.

6.1 LA FAUNE VERTÉBRÉE

6.1.1 Les ressources et les richesses

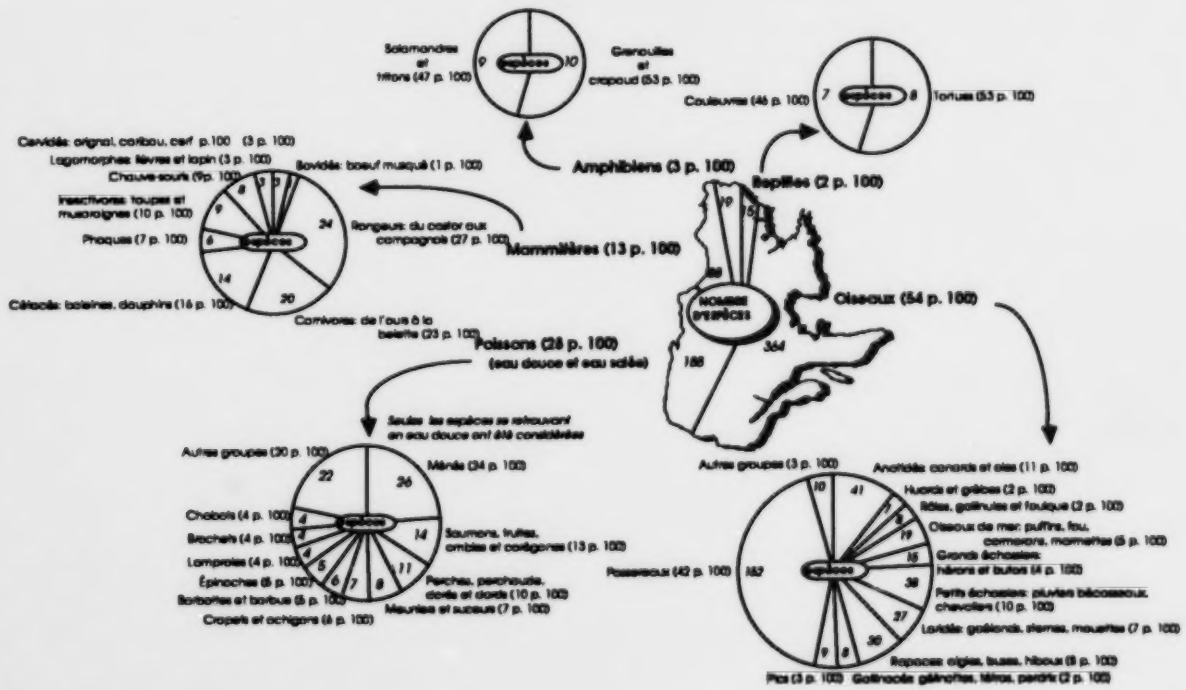
Bien que la faune soit une ressource naturelle renouvelable, au même titre que l'eau et la forêt, il est difficile de la limiter à cette seule dimension, tant les rapports qu'ont entretenus les hommes et les animaux sont lointains et profonds. Pour bien des Québécois, les valeurs culturelles et spirituelles associées à la faune sont tout aussi importantes que leur valeur économique, et la plupart d'entre nous s'entendent pour dire que la faune est une composante importante de notre patrimoine naturel, un symbole de la qualité de vie et une ressource collective importante.

La diversité

La faune vertébrée du Québec est constituée de 674 espèces animales différentes. Sur ce nombre, 364 espèces sont des oiseaux, 188 des poissons, 88 des mammifères, 19 des amphibiens et 15 des reptiles (figure 6.1).

Compte tenu de la superficie de son territoire, on ne peut pas dire que le Québec possède une faune particulièrement diversifiée. Un territoire de superficie équivalente situé plus au sud, sous les tropiques par exemple, abriterait deux ou trois fois plus d'espèces animales. Même à l'échelle du Québec, ce gradient nord-sud est très apparent: la densité et la diversité des populations végétales et animales décroissent en fonction de la latitude. Ainsi, la vallée de l'Outaouais compte un peu plus de 50 espèces de mammifères terrestres, comparativement à 14 dans le nord de l'Ungava.

Figure 6.1
Importance relative en nombre d'espèces des divers groupes de vertébrés sauvages (faune vertébrée du Québec)

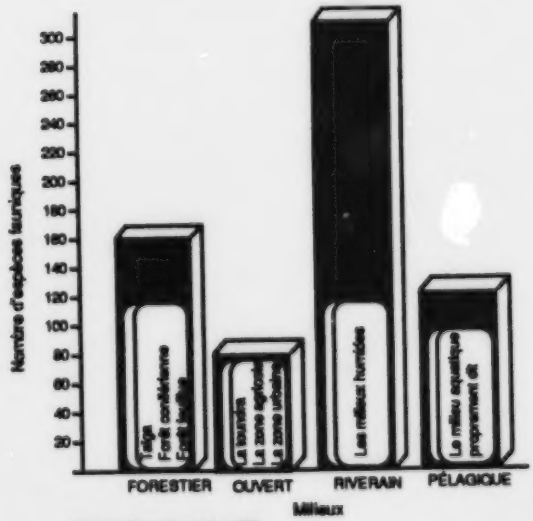


Pour un territoire trois fois plus petit que le Québec, la France abrite 520 espèces animales, sans compter les poissons: 342 espèces d'oiseaux (364 pour le Québec), 113 espèces de mammifères (88), 36 de reptiles (15) et 29 d'amphibiens (19).

Il n'existe pas pour le Québec de bilan précis des espèces qui se sont retranchées ou ajoutées au patrimoine faunique depuis le début du siècle, par suite de l'extension ou de la restriction de leur aire naturelle. Cependant, les espèces animales que l'homme a volontairement introduites nous sont connues. Il y en a eu 11 de poissons d'eau douce, dont trois se sont éteintes. Parmi celles qui sont toujours présentes, on retrouve la truite arc-en-ciel, la truite brune, le saumon coho et la carpe. Sept espèces d'oiseaux ont également été introduites. Si le moineau domestique, l'étourneau sansonnet et le pigeon biset se sont bien acclimatés, la situation est différente pour la perdrix grise, le faisan à collier, la grive litorne et le dindon sauvage. Chez les mammifères, seul le boeuf musqué est une espèce introduite, et les derniers inventaires réalisés semblent indiquer un accroissement régulier de ses effectifs.

Comme tout organisme, la faune vit en étroite relation avec son environnement. Elle a besoin de nourriture, d'eau, d'air, d'abri, de sites favorables à la reproduction et à l'élevage des jeunes, et doit pouvoir en disposer à l'intérieur de ce qui constitue son habitat. Ainsi, la répartition et l'abondance d'une espèce dépendront de la satisfaction de ses besoins ainsi que de l'abondance et de la répartition des autres espèces animales ou végétales auxquelles elle est écologiquement liée (figure 6.2).

FIGURE 6.2
DIVERSITÉ FAUNIQUE PAR MILIEUX



Source: Sarrazin et al., 1983.

Chaque espèce est associée soit au milieu forestier, au milieu ouvert, au milieu riverain ou au milieu pélagique. Bon nombre d'espèces utilisent cependant deux, trois et même les quatre milieux au cours de leur cycle vital. Pour établir l'association faune-milieu la plus solide, on a pris le milieu qui avait le plus de répercussions sur la dynamique des populations.

Pour les poissons, les amphibiens, les reptiles et les oiseaux qui se reproduisent au Québec, les espèces sont associées au milieu où elles se reproduisent. D'autre part, les espèces qui ne se reproduisent pas au Québec et les mammifères sont rattachés au milieu où ils se retrouvent le plus souvent.

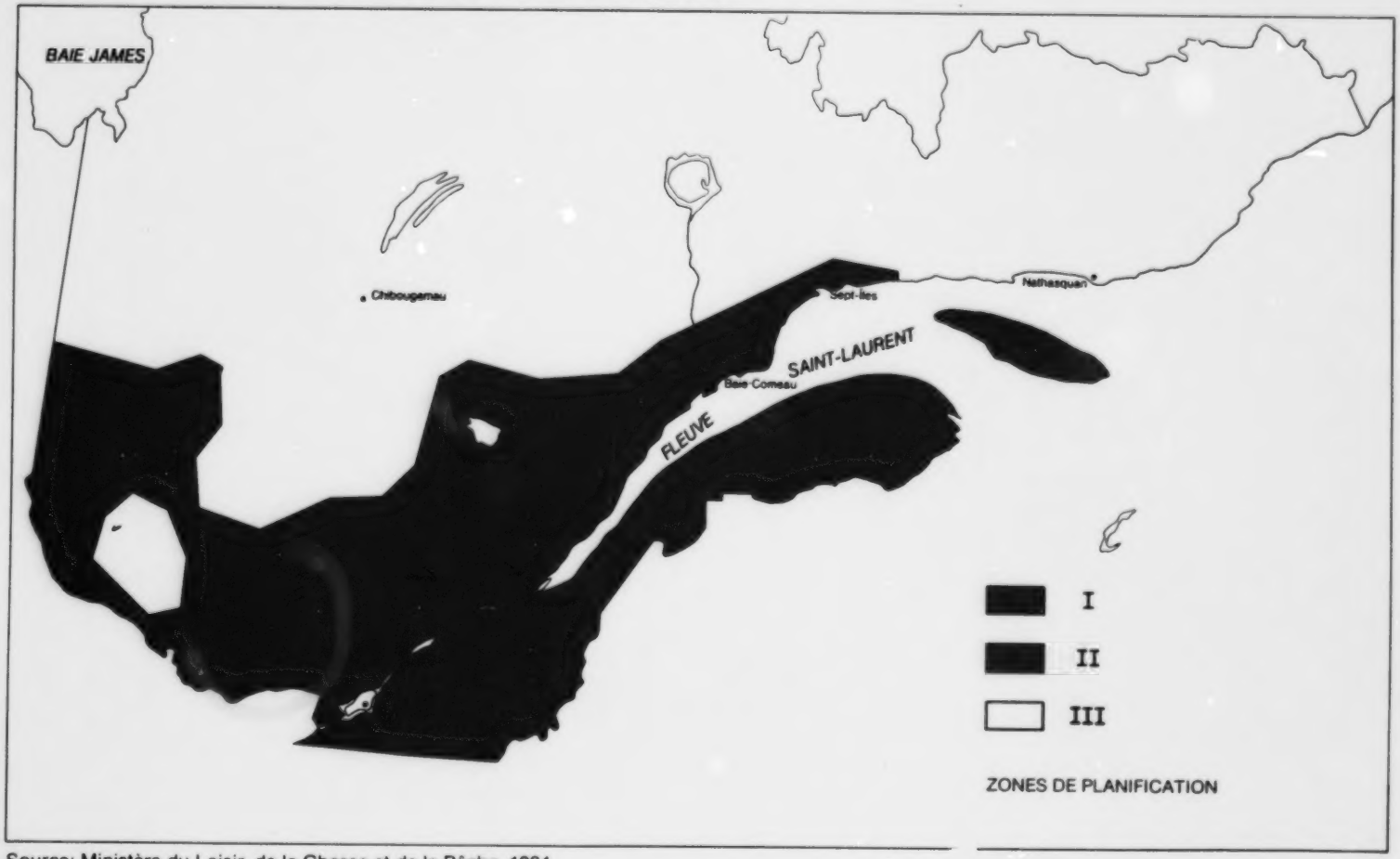
Un aperçu de l'état des populations

Toute tentative d'évaluation de l'état des populations de la faune sauvage doit reposer sur des séries temporelles de données ou des diagnostics instantanés coûteux à réaliser. Au Québec, même si certaines données existent, les séries temporelles sont courtes et plutôt rares. On ne peut, par exemple, comparer la situation actuelle avec ce qu'elle était il y a 50 ans.

Les connaissances acquises sur les populations animales sont étroitement liées à l'importance de leur exploitation par l'homme. A partir d'inventaires et de notre connaissance de la faune du Québec, et souvent à partir de données purement empiriques, il a été possible d'évaluer le potentiel de récolte des espèces fauniques dites d'intérêt récréatif selon un découpage reflétant la densité de l'occupation humaine (figure 6.3 A, B, et C).

On constate ainsi qu'il existe au Québec un potentiel faunique capable, en principe, d'absorber un développement des activités de pêche, de chasse et de piégeage pouvant aller jusqu'au double de la demande actuelle. Ces résultats d'ensemble masquent cependant des bilans sectoriels inquiétants. Dans certains cas, on observe un net déficit pour les espèces de poissons les plus recherchées telles que le brochet, le doré, l'achigan et surtout les salmonidés. La récolte y dépasse, selon toute vraisemblance, le niveau maximum biologiquement acceptable pour assurer à long terme la présence d'une faune abondante et diversifiée.

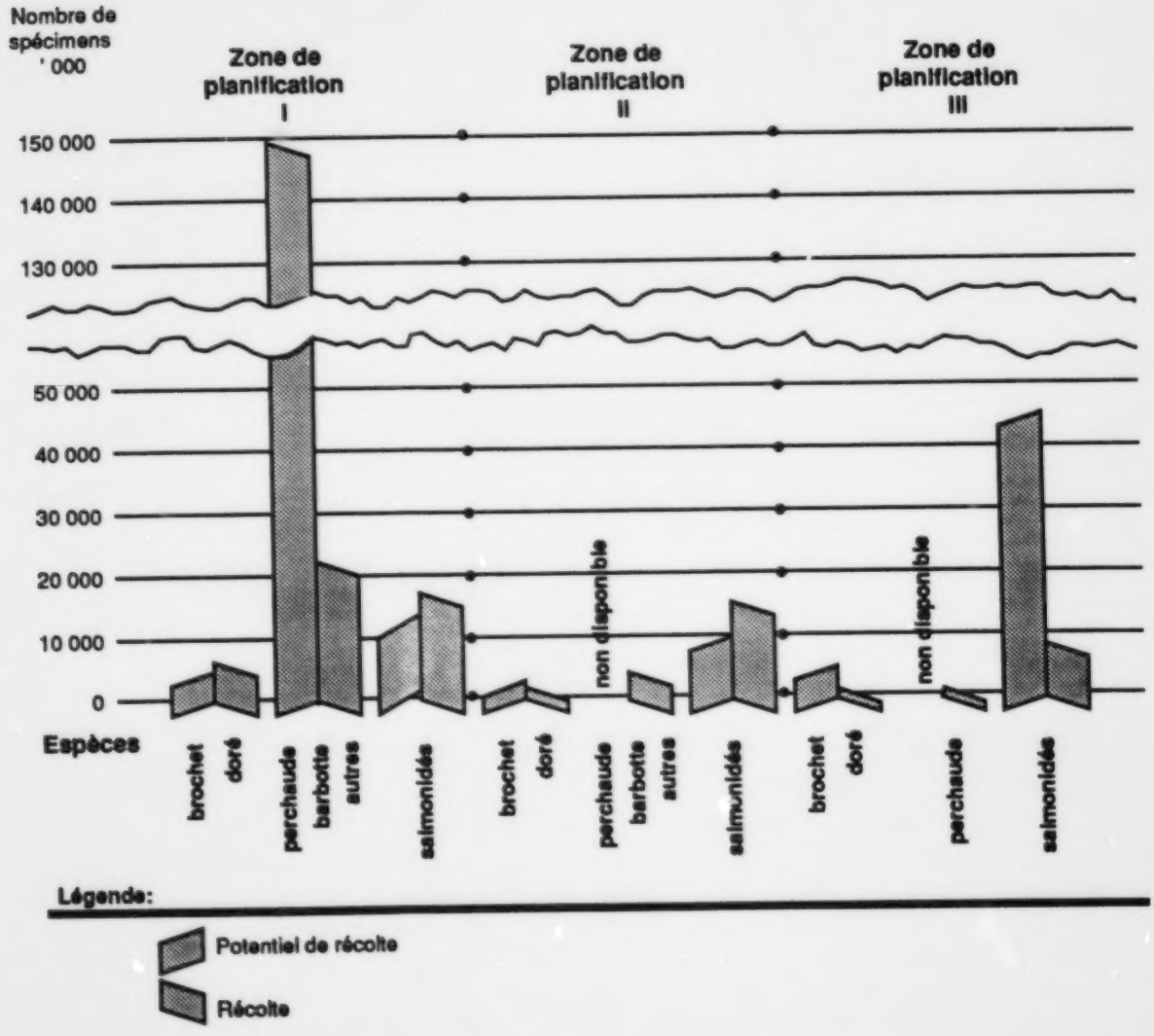
Figure 6.3 MACROZONAGE DU QUÉBEC POUR LA GESTION DE LA FAUNE



Source: Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 1984.

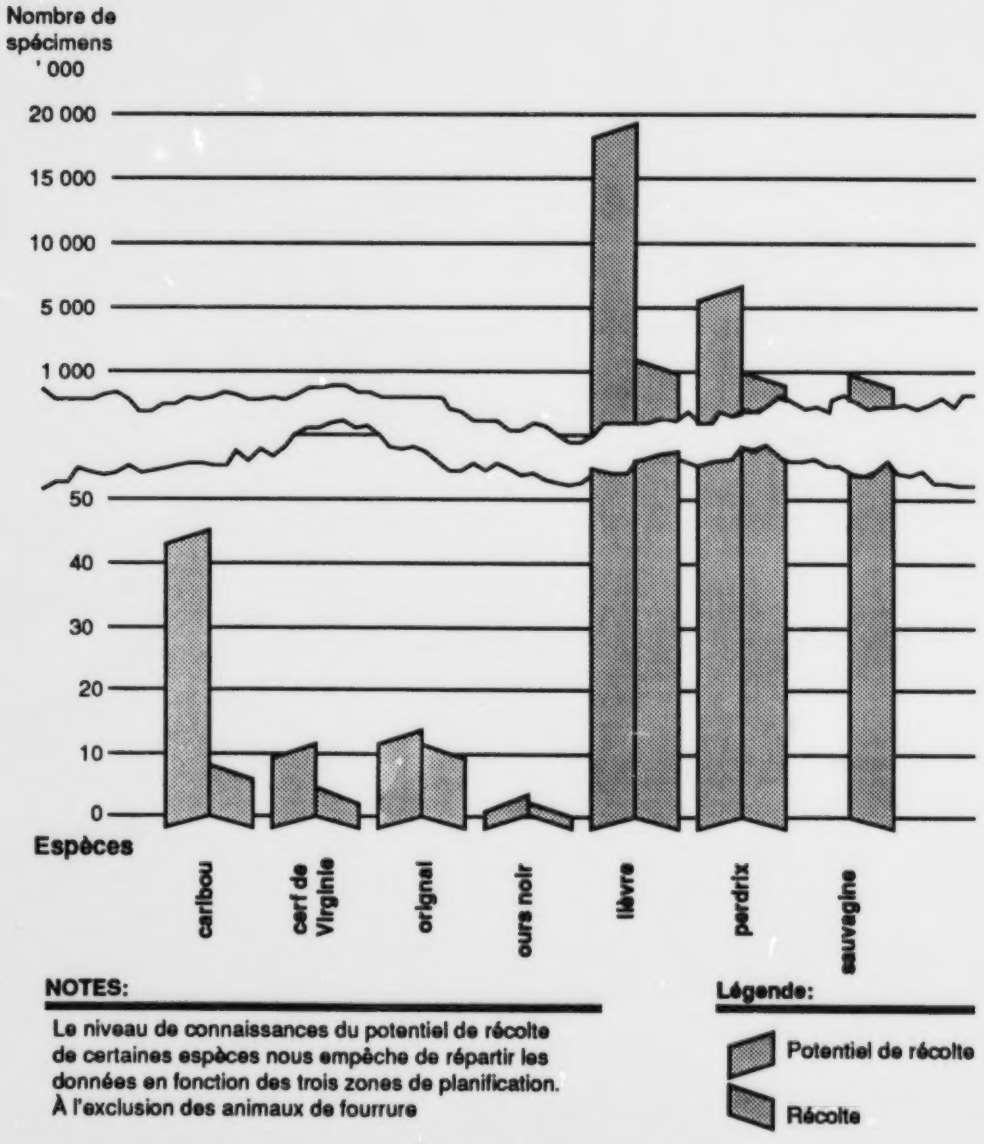
FIGURE 6.3 A

ÉTAT COMPARATIF DE LA RÉCOLTE ET DU POTENTIEL DE RÉCOLTE DE LA FAUNE AQUATIQUE SELON LES ZONES DE PLANIFICATION



Source: Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 1984.

Figure 6.3 B
État comparatif de la récolte et du potentiel de récolte de la faune terrestre et allée

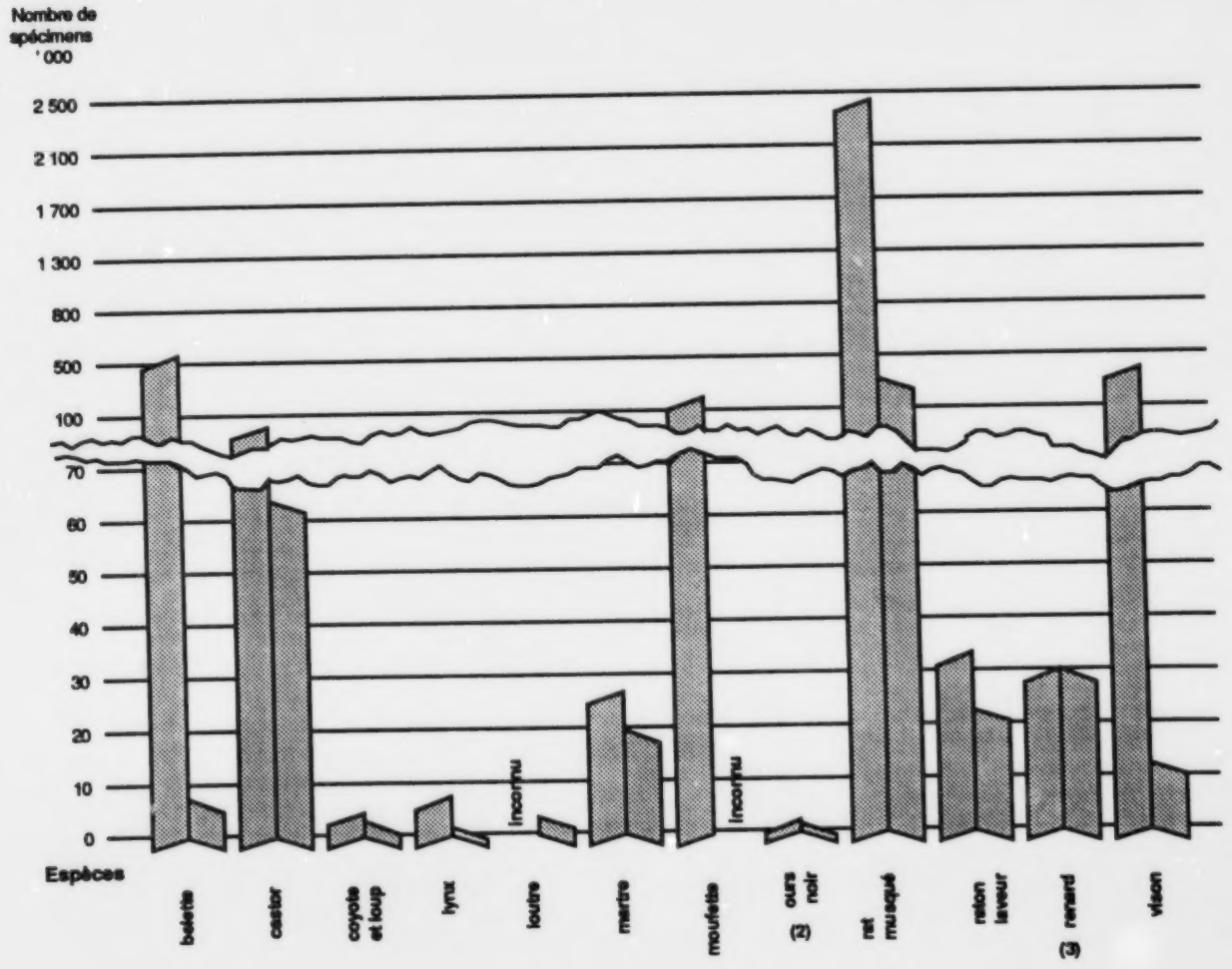


NOTES:

Le niveau de connaissances du potentiel de récolte de certaines espèces nous empêche de répartir les données en fonction des trois zones de planification.
À l'exclusion des animaux de fourrure

Source: Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 1984.

FIGURE 6.3 C
ÉTAT COMPARATIF DE LA RÉCOLTE ET DU POTENTIEL DE RÉCOLTE D'ANIMAUX À FOURRURE POUR L'ENSEMBLE DU QUÉBEC



NOTES:

(1) Incluant la récolte des autochtones
(2) Taux d'exploitation de 100% en zones I et II
(3) Taux d'exploitation de 178% en zones I et II

Légende:

Potentiel de récolte
Récolte

Source: Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 1984.

Par ailleurs, les stocks de poissons du lac Saint-Pierre, qui fournissent environ 60 p. 100 des captures commerciales en eau douce au Québec, ont fait l'objet d'études spécifiques ces dernières années. Un bilan récent indique que, des 12 espèces ou groupes d'espèces exploitées de façon commerciale, une seule peut être qualifiée de surexploitée. Il s'agit de l'esturgeon jaune. Dans le cas de la perchaude et de l'alose savoureuse (espèce anadrome), leur récolte pourrait être maintenue au niveau actuel sans danger pour le renouvellement de ces ressources mais ne pourrait être augmentée.

La situation des autres espèces ou groupes d'espèces, comme la barbotte brune, l'anguille d'Amérique (espèces catadromes), le crapet-soleil, le meunier noir, la lotte, la barbue de rivière, la carpe allemande et les suceurs, permettrait une hausse graduelle de leur niveau d'exploitation en toute sécurité. Cependant, la situation de l'anguille d'Amérique provenant du lac Champlain et exploitée commercialement dans la rivière Richelieu est préoccupante actuellement, compte tenu de la baisse continuelle des captures ces dernières années.

Parmi les espèces convoitées par les pêcheurs sportifs au lac Saint-Pierre, la population de doré jaune montre des signes de bon équilibre, alors que l'absence de gros spécimens chez le grand brochet indique une situation de déséquilibre, dont les causes n'ont pas encore été élucidées.

L'état des connaissances sur les autres populations de poissons du fleuve Saint-Laurent permet difficilement de faire un bilan similaire à celui réalisé pour les populations du lac Saint-Pierre.

En ce qui concerne les espèces de mammifères et d'oiseaux, le Québec connaît aussi des problèmes d'utilisation. Quelques espèces, groupes d'espèces ou populations subissent des niveaux d'exploitation non conformes à leur potentiel récoltable. Selon les cas, on assiste à une sur-exploitation ou à une sous-exploitation.

L'un des problèmes majeurs relatifs à la gestion de certaines espèces de gros gibiers, comme le caribou et le cerf de Virginie, réside dans le manque de connaissances sur l'habitat de ces espèces.

Dans le cas du caribou, par exemple, l'expansion démographique des troupeaux de la rivière aux Feuilles et de la rivière Georges est telle que l'on se pose des questions sur la capacité de support du milieu nordique Il devient urgent d'acquérir des connaissances sur l'habitat et aussi sur l'état des populations afin de rationaliser l' exploitation du cheptel, puisque l'on envisage comme moyen de gestion, de permettre la commercialisation de cette viande.

Quant au cerf de Virginie, le problème majeur au Québec est la fluctuation des populations causée par la rigueur des hivers. Il devient donc nécessaire de protéger et de mettre en valeur les habitats d'hiver (ravages), par leur prise en compte dans l'exploitation forestière.

Pour les animaux à fourrure, l'absence d'informations relatives à la densité, à la dynamique de population, aux exigences de l'habitat, aux récoltes annuelles, etc. constitue une entrave à l'adoption de mesures de conservation. L'adoption récente d'une politique sur le piégeage, à la suite de nombreuses et fructueuses consultations auprès d'associations, a permis de reconnaître la valeur sociale et économique de cette activité, tout en favorisant une saine gestion des ressources concernées. Par ailleurs, le public démontre un intérêt de plus en plus grand pour tout ce qui concerne les interventions dans ce secteur et y participe davantage.

Les problèmes de conservation concernant la faune ailée proviennent d'une détérioration majeure de l'habitat et surtout de la réduction de superficie des habitats riverains et humides.

Les espèces menacées

Il est difficile dans l'état actuel de nos connaissances de dresser un bilan exact de l'état des espèces menacées du Québec. En effet, notre connaissance de toutes nos espèces est fragmentaire, et peu de travaux ont été menés pour connaître, parmi les espèces inventoriées, celles qui présentent des difficultés de survie, soit à cause de leur nombre, soit en fonction des dangers qui les menacent, ou encore en raison de leurs habitats. Nos préoccupations concernant les espèces menacées sont aussi très récentes. Aussi, la liste des espèces animales rares ou menacées présentée ci-après doit-elle être considérée comme préliminaire et partielle.

LE BÉLUGA DU SAINT-LAURENT, UNE ESPÈCE MENACÉE

Le béluga du Saint-Laurent est l'une des espèces fauniques les plus menacées au Québec. Ces petites baleines blanches étaient au nombre de 5000 au début du siècle. Aujourd'hui, elles ne sont plus que de 350 à 750 à lutter pour leur survie. Si la surexploitation et la perturbation de l'habitat sont considérées comme les principaux facteurs ayant entraîné le déclin passé de cette espèce, la baisse actuelle de population est attribuée à l'interférence directe, à la contamination de l'environnement et à la compétition intraspécifique.

Au départ, c'est la chasse qui a été une des principales causes de ce déclin. À une époque, elle a été fortement encouragée par un système de primes, car on croyait que les bélugas décimaient les bancs de saumon et de morue.

Les espèces vulnérables ou menacées

Faune vertébrée [1]

Les oiseaux	Les mammifères	Les poissons
Buse à épaulettes rousses	Béluga du Saint-Laurent	Bar rayé
Chouette cendrée	Baleine boréale	Esturgeon noir [2]
Chouette de terriers	Baleine noire	Suceur ballot
Courlis esquimau	Caribou de la Gaspésie	Suceur cuivré
Épervier de Cooper	Carcajou	
Faucon pèlerin	Cougar de l'est	**Les amphibiens et reptiles**
Fauvette des prés	Musaraigne de Gaspé [2]	
Effraie	Rorqual à bosse	Salamandre à 4 doigts [2]
Pie grièche migratrice	Rorqual bleu	Salamandre sombre
Râle élégant	Rorqual commun	Tortue molle à épines [2]
Fauvette de Kirtland	Rorqual gris	Tortue ponctuée [2]
Mouette blanche		Tortue luth
Merle bleu à poitrine rouge		
Pinson à queue aigue [2]		
Pinson de Henslow		
Pluvier siffleur		
Sterne caspienne		
Sterne rosée		

1 Sauf indication contraire, les espèces citées sont celles du Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (COSEMDE), avril 1987.
2 Espèces non citées par le COSEMDE.

Lorsqu'on s'est rendu compte que c'était une erreur, il en restait encore environ 1500. Les bélugas durent alors faire face à un autre problème que rencontrent beaucoup d'autres espèces de faune et de flore. Il s'agit des polluants chimiques. On a trouvé des bélugas très contaminés, présentant des cancers, des ulcères et des troubles cardiaques. Ces bélugas contiennent des quantités anormalement élevées de BPC (biphényles polychlorés). On a aussi décelé des quantités considérables de métaux lourds, d'insecticides, comme le DDT, de mirex et de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) dans divers organes vitaux de ces mammifères marins.

Le remblayage de zones riveraines et la construction de barrages hydro-électriques et de quais ou de marinas ont aussi entraîné une dégradation de l'habitat du béluga. Par ailleurs, les fréquents dragages et les activités industrielles ont nui aux populations de poissons et de crustacés dont se nourrit le béluga.

Les bélugas sont aussi victimes de harcèlement par les bateaux, dont le nombre a beaucoup augmenté depuis que l'on organise des excursions d'observation.

Après la chasse, la pollution par les produits chimiques et le harcèlement par le bruit, c'est la destruction, la modification et la perturbation des habitats qui ont contribué au déclin brutal des populations de ce cétacé.

6.1.2 Les menaces et les dégradations

La détérioration de l'habitat

L'habitat comprend tous les aspects de l'environnement dont dépend directement ou indirectement la survie de la faune. Un habitat de qualité est une condition essentielle à la perpétuation des espèces sauvages.

Par certaines de ses activités, l'homme peut transformer radicalement la nature, au point d'en changer les caractéristiques principales qui en font un habitat favorable à la faune. Les niveaux d'exploitation des ressources et surtout les façons de faire sont souvent à l'origine de ces transformations majeures des habitats. C'est pourquoi de multiples travaux mineurs isolés peuvent perturber l'habitat d'une espèce au même titre que les travaux de plus grande importance.

À l'exception des milieux humides le long du couloir fluvial, il n'existe pas, pour l'ensemble du Québec, une compilation des pertes d'habitats qui sont survenues au cours des dernières années. La figure 6.4 permet cependant d'apprécier la fragilité relative de la faune et de son habitat face aux principales activités d'altération.

Chez les poissons du fleuve Saint-Laurent, par exemple, il semble de plus en plus évident que la décroissance de certaines populations, comme celle du bar rayé, est la conséquence des grands travaux qui ont été réalisés depuis 1950. On pense ici à la canalisation de la voie maritime ou aux travaux entourant la réalisation d'Expo 67. D'ailleurs, les pêcheurs commerciaux situent aux alentours des années 60 le début de la décroissance des populations de poissons dans le Saint-Laurent.

En ce qui concerne la faune terrestre, l'habitat du cerf de Virginie, situé dans la partie la plus peuplée et la plus développée du Québec (figure 6.5), est en compétition avec les autres utilisations du territoire, dont l'exploitation forestière, le développement domiciliaire et les corridors de transport d'énergie.

Les programmes intensifs de plantation prévus par le ministère de l'Énergie et des Ressources au cours des prochaines années (250 millions de plants par année) vont aussi modifier les conditions d'habitat. De telles plantations nécessitent des travaux de préparation du terrain et d'entretien des superficies régénérées, souvent réalisés à l'aide de phytocides.

Même si on reconnaît aujourd'hui que la perte et la détérioration d'habitats est une menace majeure, sinon la plus grande, pour la survie de la faune, la reconnaissance de l'importance d'une saine gestion des habitats fauniques est tout à fait récente et les outils légaux et administratifs sont pour une bonne part encore en développement.

FIGURE 6.4

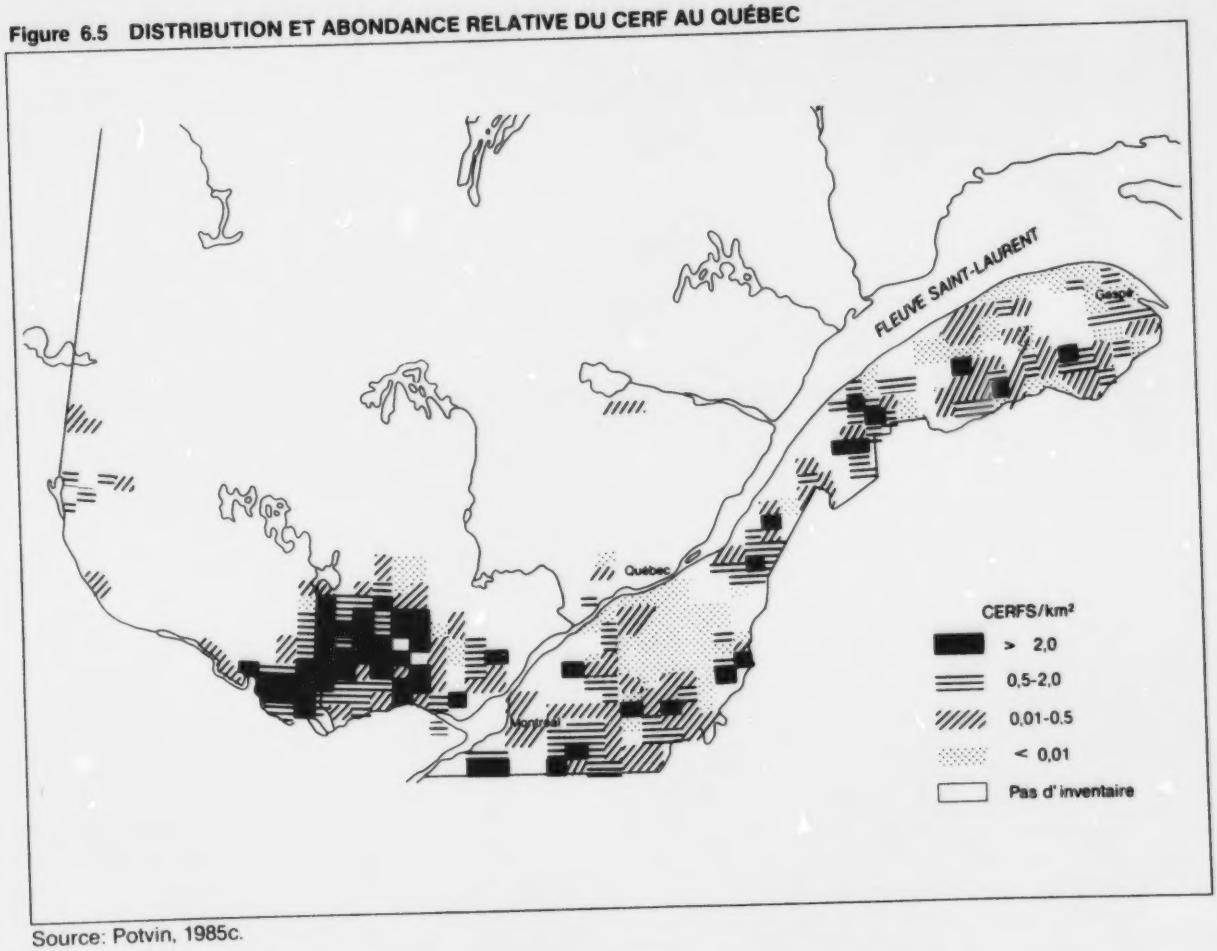
RÉPERCUSSION SUR LA FAUNE ET L'HABITAT DES ACTIVITÉS D'ALTÉRATION

ACTIVITÉS D'ALTÉRATION	MILIEUX			
	FORESTIER	OUVERT	RIVERAIN	PÉLAGIQUE
A- Drainage, canalisation, endiguement	—	•	◉	•
B- Modification du couvert forestier	◎	—	◉	•
C- Remblayage	—	—	◉	◎
D- Production et transport d'énergie	◎	•	◉	◎
E- Manipulation des débits et niveaux d'eau	—	—	◉	•
F- Voirie	◎	•	◉	•
G- Rejet des déchets	•	•	◉	◎
H- Utilisation des produits chimiques	•	•	◉	◎
I- Villégiature et récréation	•	•	◉	•
J- Exploitation minière	•	•	◉	◎
K- Flottage du bois	—	—	◉	◉
L- Navigation commerciale	—	—	◉	◎

Source: Sarrazin, R. éd. et al., 1983.

Légende: • Faible ◎ Moyen ◉ Fort

Figure 6.5 DISTRIBUTION ET ABONDANCE RELATIVE DU CERF AU QUÉBEC



Source: Potvin, 1985c.

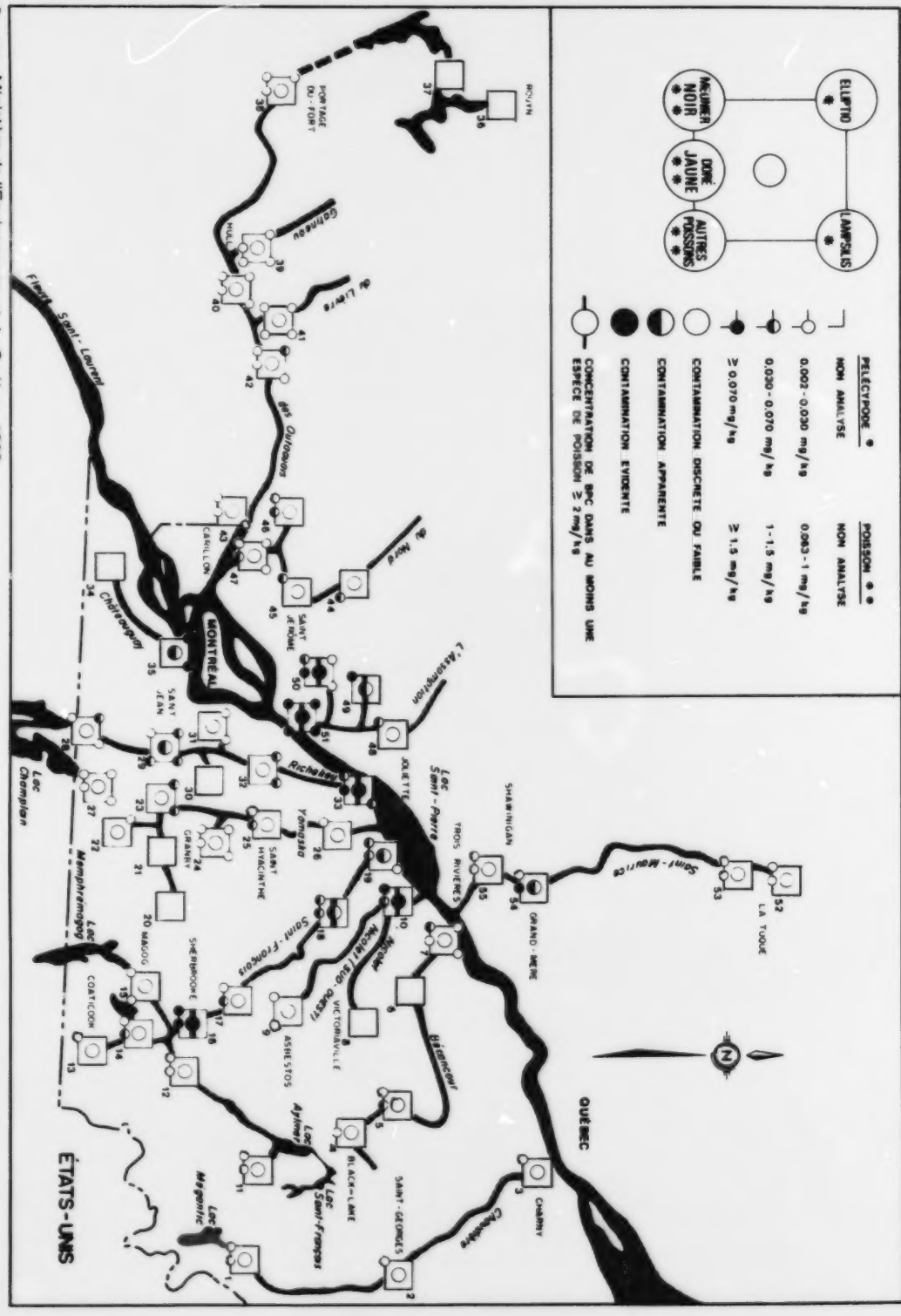
La contamination par les produits toxiques

La découverte de la contamination de la chair des poissons par le mercure créa, au début des années 1970, une vive surprise au sein du gouvernement et de la population. Cette situation amena les gouvernements à effectuer un certain nombre d'études afin de connaître le niveau et l'étendue de la contamination des poissons d'eau douce par différents métaux lourds ou produits de synthèse.

En 1977, une étude majeure révélait que, pour les métaux lourds et les pesticides organochlorés, il n'y avait pas de problème évident pour la consommation humaine. Quant au mercure et aux BPC, les poissons du fleuve Saint-Laurent en étaient gravement contaminés, surtout dans la région de Montréal.

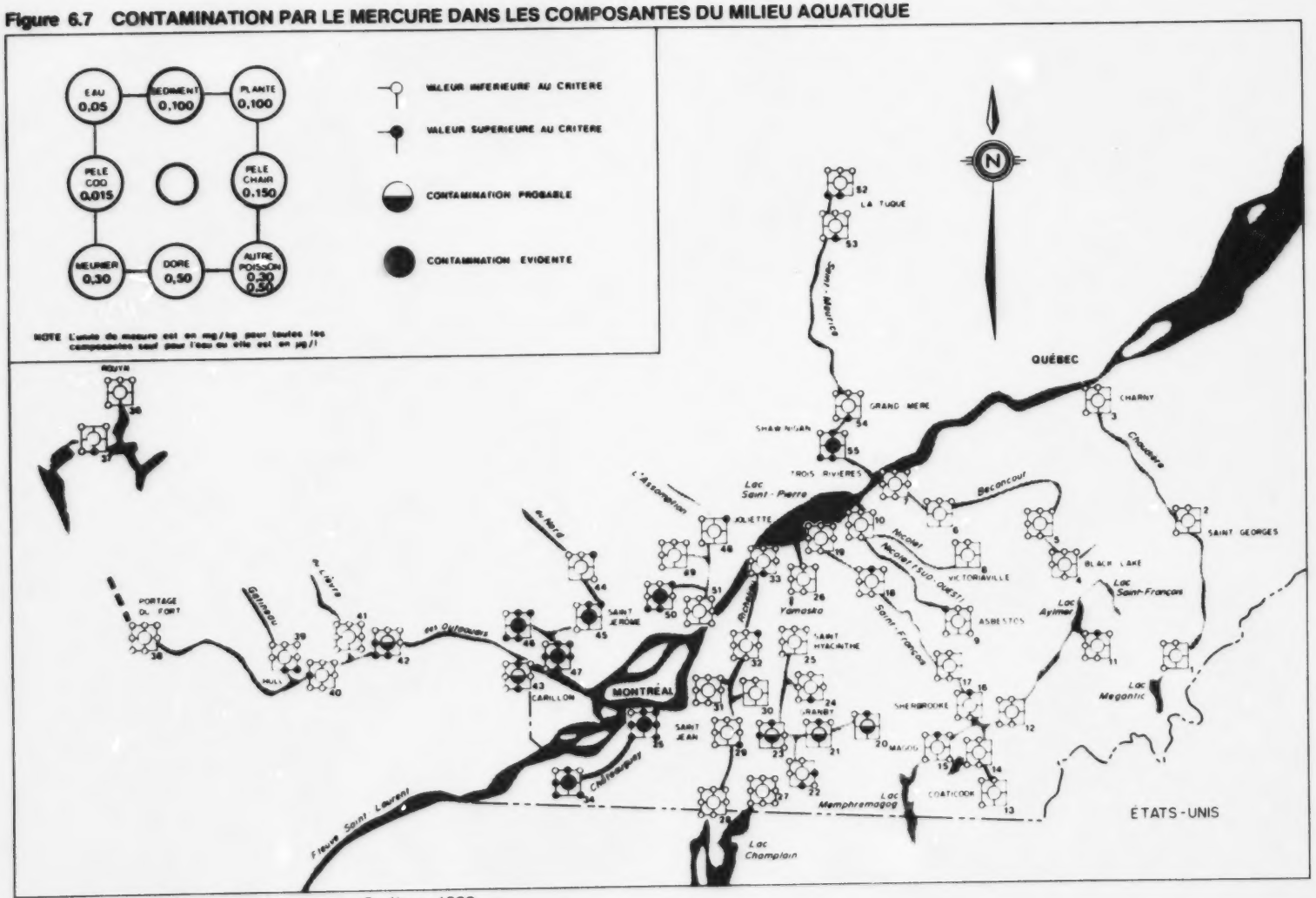
Plus récemment, une dizaine de bassins fluviaux du Québec méridional ont fait l'objet d'études. Les poissons de sept des 42 stations pour lesquelles on disposait d'analyses de poissons, ont présenté des signes plus manifestes de contamination par les BPC, avec des valeurs dans les poissons entiers qui atteignaient ou excédaient la norme canadienne de mise en marché de 2 mg/kg de BPC pour les tissus comestibles de poissons. Dans le cas du mercure, 16 stations affichaient des résultats excédant les normes (voir l'emplacement des stations aux figures 6.6 et 6.7). La quantité de cadmium dans le poisson entier ne dépassait pas la norme, mais certaines mesures, effectuées à la tête de la rivière des Outaouais (en aval de la région minière de Rouyn et Noranda) atteignaient plus du tiers de la valeur critique.

Figure 6.6 CONTAMINATION PAR LES BPC DANS LES COMPOSANTES DU MILIEU AQUATIQUE



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, 1982.

Figure 6.7 CONTAMINATION PAR LE MERCURE DANS LES COMPOSANTES DU MILIEU AQUATIQUE



Source: Ministère de l'Environnement du Québec, 1982.

Quelques événements sont venus rappeler l'omniprésence de produits toxiques chez plusieurs espèces. En 1981, la République fédérale allemande refusait d'accepter des anguilles provenant du Québec parce que leur teneur en mirex dépassait la limite de tolérance pour la consommation.

En septembre 1986, paraissait la plus récente étude sur la contamination de la chair de certaines espèces de faune aquatique et amphibienne du lac Saint-Pierre. Les résultats de cette étude font ressortir que seule l'anguille d'Amérique dépasse, dans certains cas, la limite administrative de tolérance canadienne pour les BPC (2,0 mg/kg) et la norme pour le mirex (0,1 mg/kg).

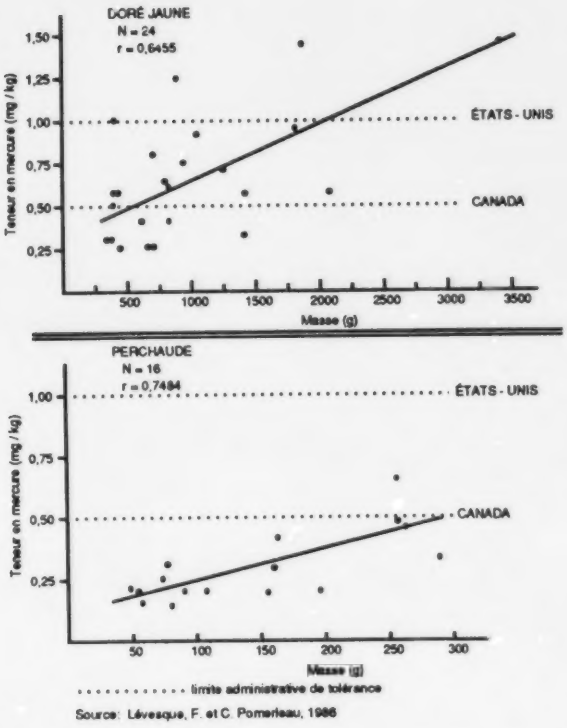
Les dorés jaunes, les grand brochets et les meuniers noirs sont, quant à eux, susceptibles de présenter des teneurs en mercure supérieures à la limite administrative de tolérance canadienne de 0,5 mg/kg (tableau 6.1).

TABLEAU 6.1
REGROUPEMENT DES ESPÈCES DE POISSONS
COMPTE TENU DE LEUR TENEUR MOYENNE EN MERCURE

Domaine de valeurs (mg/kg)	Espèces	N	Teneur moyenne (mg/kg)	Écart type (mg/kg)
< 0,25	Achigan à grande bouche	5	0,15	0,11
	Barbotte brune	24	0,23	0,11
	Crapet-soleil	16	0,18	0,06
	Esturgeon jaune	9	0,16	0,10
0,25 à 0,49	Grand Brochet	36	0,36	0,20
	Meunier noir	20	0,43	0,22
	Meunier rouge	2	0,38	—
	Perchaude	16	0,30	0,14
> 0,5	Doré jaune	24	0,64	0,36

Source: Lévesque, F. et C. Pomerleau, 1986

FIGURE 6.8
RELATION DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DES PERCHAUDES ET DES DORÉS DU LAC SAINT-PIERRE



Source: Lévesque, F. et C. Pomerleau, 1986

De façon générale, il est apparu que les concentrations en substances toxiques observées dans les chairs de ces poissons sont reliées à la taille et à la masse des spécimens malgré le fait que les teneurs soient très variables d'un individu à l'autre (figure 6.8).

En 1986, c'était la faune terrestre, cette fois, qui était touchée. On recommande depuis aux chasseurs de ne pas consommer les abats des orignaux, chevreuils ou caribous, à cause de leur teneur élevée en cadmium. Le fait que ces animaux évoluent dans la grande forêt, loin des cheminées d'usine, vient renforcer le sentiment d'inquiétude.

D'autres études ont démontré que les abats des cervidés d'Anticosti, du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie avaient la plus faible teneur en cadmium, alors que ceux de l'Abitibi étaient les plus contaminés. Les cervidés du Québec sont plus atteints que ceux des autres pays. Le taux de contamination des animaux les moins affectés, soit ceux de l'est du Québec, se compare à celui des orignaux les plus touchés du sud de la Norvège et de la Suède. Même le caribou du nord du Québec, dont seulement quelques spécimens ont été analysés, semble plus contaminé que le renne de Suède.

Les substances chimiques diffusées dans l'environnement peuvent s'incorporer à la chaîne alimentaire et s'accumuler à différents degrés dans les organismes vivants, y compris l'homme. Le phénomène de bio-accumulation de certains métaux comme le mercure est bien connu. La concentration en mercure dans les organismes est liée à leur position dans la chaîne alimentaire. La chair des grands prédateurs comme les dorés et brochets recèle des concentrations de mercure supérieures à celles des espèces herbivores, insectivores et benthivores vivant dans le même milieu.

L'accumulation de substances telles que les biphényles polychlorés ou les pesticides (DDT, mirex, etc.) obéit à un patron différent. Leur solubilité particulière dans les lipides entraîne une plus grande incidence de ces produits chez les espèces à forte teneur en gras, comme l'anguille.

Les effets des substances toxiques sur la survie des poissons sont peu connus. Leur présence dans l'environnement pourrait avoir une incidence sur la fréquence de maladies infectieuses, tumeurs, etc. Chez le béluga, mammifère marin vivant dans l'estuaire du Saint-Laurent, les spécimens échoués sur les côtes présentent des teneurs très élevées de différents organochlorés, ainsi que nombre de lésions, ulcères, infections et troubles physiologiques.

Bien que, depuis 1970, de nombreuses études sur la contamination des poissons du fleuve Saint-Laurent aient été réalisées, la diversité des méthodes d'analyse et d'échantillonnage utilisées empêche de cerner l'évolution spatio-temporelle de la contamination sur l'ensemble du territoire. En Ontario, des analyses répétées depuis 15 ans montrent que la concentration en mercure de la chair du doré jaune du lac Saint-François a régressé de façon importante au cours des ans. Au lac Saint-Pierre, la concentration en mercure de plusieurs espèces aurait régressé peu après 1970, pour se stabiliser depuis. Dans le fjord du Saguenay, la concentration de mercure dans les crevettes nordiques a diminué. Jugées impropres à la consommation en 1970, ces crevettes pourraient être de nouveau commercialisées.

Les trois exemples précédents ne constituent, en aucune façon, une preuve de l'amélioration de la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent. Ils peuvent, tout au plus, indiquer que des efforts pour limiter la présence de substances toxiques dans l'eau peuvent entraîner une amélioration de la qualité de la chair des organismes vivants.

La contamination de la faune aquatique par les substances toxiques et, en particulier, par le mercure n'est pas un phénomène limité aux régions densément peuplées et industrialisées. La contamination du poisson par le mercure et d'autres impacts associés à la création de réservoirs sont discutés au chapitre 11 portant sur l'environnement et l'énergie.

L'acidification des eaux douces

Les lacs les plus touchés par les retombées acides se trouvent au sud-est de Rouyn-Noranda, dans la région de la Mauricie et le long de l'axe du fleuve Saint-Laurent, où les dépôts de sulfates et de nitrates aéroportés sont les plus élevés. Des études biologiques ont montré que les densités des populations d'ombles de fontaine diminuent avec l'augmentation de l'acidité dans les réserves des Laurentides et de Portneuf, ainsi que dans la région de Charlevoix, où l'espèce a même disparu dans les milieux les plus acides. D'autres niveaux trophiques sont également touchés. Les milieux les plus acides accusent une baisse de diversité chez les macrophytes et les organismes benthiques.

En ce qui a trait aux inventaires de poissons, on possède des données pour plusieurs années consécutives sur 92 lacs de la région de l'Outaouais. On sait que la biomasse piscicole est 2,6 fois plus faible dans les lacs les plus acides (pH < 5,2) que dans les lacs moins acides (pH > 5,9) et que les cyprinidés et les dorés jaunes disparaissent entre pH 6,0 et 5,5.

On craint que la toxicité de l'aluminium et du mercure n'augmente avec l'acidité des milieux. On soupçonne également des produits cancérigènes, les BPC et certains pesticides ainsi que certains métaux lourds, d'être aéroportés sur de longues distances (pour plus de renseignements concernant l'effet des précipitations acides sur la faune et la flore québécoises, voir la section spéciale Précipitations acides).

Les impacts reliés à l'utilisation de la faune

Qu'elle implique ou non le prélèvement, qu'elle se fasse à des fins de subsistance, de loisir, de plein air ou à des fins commerciales, l'utilisation de la faune au Québec est une activité importante et constitue un apport économique pour l'ensemble des régions du Québec. En 1986, uniquement pour les activités de loisirs, l'utilisation de la faune injectait dans l'économie québécoise une somme de l'ordre de 880 millions de dollars. Un tel apport a permis de maintenir plus de 19 000 emplois, de verser quelque 240 millions de dollars en masse salariale, d'introduire dans l'économie une valeur ajoutée de 500 millions de dollars et d'encaisser des recettes fiscales évaluées à 145 millions de dollars, dont 85 millions au bénéfice du gouvernement du Québec.

L'impact des activités de prélèvement sur les populations des espèces exploitées est direct et fait généralement l'objet d'un suivi. Par contre, nous ignorons pratiquement tout de l'impact de ces mêmes prélèvements sur l'ensemble de la communauté biologique où ils s'appliquent. Le fait d'exercer une prédation, souvent très sélective, sur certaines espèces, les dorés et les brochets par exemple, a assurément des effets sur les autres espèces auxquelles elles sont écologiquement liées (tableau 6.2).

Tableau 6.2
Influence des pêches commerciales au capelan sur l'état de santé du macareux arctique de la côte atlantique

Paramètres considérés	Comparaison de l'état des jeunes macareux	
	Avant l'ouverture des pêches (1968-69)	Après l'ouverture des pêches (1981)
Proportion de capelans dans la diète (p.100)	84	13
Masse moyenne (g)	262	217
Mortalité naturelle par manque de nourriture (p. 100)	16	44

Source: Lavoie, J.G., 1986

D'autres types d'impacts sur l'environnement méritent également d'être mentionnés, même si leur importance réelle au Québec n'est pas connue. Ainsi, dans le domaine de la pêche commerciale en eau salée, l'utilisation du chalut aurait comme conséquence de perturber les fonds marins et les organismes non exploités qui y vivent.

Dans le domaine de la pêche sportive, l'introduction de poissons-appâts dans les lacs à population pure d'ombles de fontaine, par exemple, peut réduire sensiblement cette population en quelques années seulement.

D'autre part, les chasseurs d'oiseaux migrateurs utilisent des armes à feu conçues pour tirer une gerbe de petites billes de plomb. Or dans les endroits où la densité de chasseurs est élevée, l'accumulation de ces billes de plomb dans les sédiments peut s'avérer dommageable. Les canards qui fréquentent ces mêmes endroits peuvent ingérer ces billes de plomb et s'intoxiquer. Chez nos voisins du sud, ce problème a été jugé suffisamment important pour que quelques États interdisent déjà l'utilisation du plomb dans les cartouches, pour la chasse dans certains marais. À compter de 1991, l'interdiction s'étendra à tout le territoire américain. Une étude en préparation devrait nous permettre d'avoir un meilleur portrait de la situation au Québec.

On commence à peine, au Québec, à s'interroger au sujet des impacts sur l'environnement des activités récréatives en milieu naturel (déchets sauvages, utilisation de véhicules tout terrain, implantation d'infrastructures et d'équipements, etc.). Les compilations du ministère de l'Énergie et des Ressources indiquent que plus du tiers des feux de forêt au Québec sont associés au secteur de la récréation en milieu naturel.

6.2 LES INVERTÉBRÉS

Si on connaît mieux les espèces de plantes ou d'animaux dont la taille est à l'échelle de l'homme, on est moins conscient de l'importance des invertébrés dont le nombre est très élevé et la taille souvent réduite ou même microscopique. Le peu d'intérêt que l'homme y a trouvé pour ses activités quotidiennes de subsistance ou de loisir a contribué à cette lacune des connaissances.

6.2.1 Caractéristiques de la ressource

Le nombre élevé des espèces

Les invertébrés terrestres, aquatiques et aériens représentent l'élément le plus important de la faune sauvage du globe, tant par le nombre de leurs espèces que par celui de leurs effectifs. Sur les quelque 1,4 millions d'espèces vivantes que l'on trouve sur cette planète, plus de 1,1 millions sont des invertébrés. Avec 350 000 espèces (dont 250 000 sont des plantes à fleurs), les végétaux constituent le second groupe du point de vue de la diversité. Bien loin derrière, avec environ 50 000 espèces, viennent les vertébrés, comprenant les mammifères, les oiseaux, les amphibiens, les reptiles et les poissons, qui, à eux seuls, comptent pour environ 50 p. 100 de tous les vertébrés.

Le terme "invertébrés" regroupe donc une très grande variété d'animaux, dont la majorité sont méconnus et méprisés. Il s'agit d'un groupe très hétérogène de créatures différentes les unes des autres, par leur apparence, leur biologie, leur structure, leur fonctionnement ou leurs dimensions. En fait, tous ces animaux n'ont qu'un seul point commun: ils sont dépourvus de colonne vertébrale.

Environ 900 000 espèces d'invertébrés appartiennent au groupe des arthropodes (dont près de 800 000 sont des insectes), et 100 000 sont des mollusques. Le reste, soit quelque 100 000 espèces, se répartit en une vingtaine d'autres taxons (groupes ou groupes d'espèces), dont les éponges, les méduses, les étoiles de mer et les coraux (figure 6.9).

La colonisation de nombreux habitats

Les invertébrés occupent pratiquement tous les habitats et micro-habitats de la planète. Ils colonisent les milieux aquatiques (salé, saumâtre et dulcicole), les milieux terrestres (des vallées aux montagnes, de l'équateur aux régions polaires, des grottes aux habitations humaines) et même le milieu aérien, utilisé pour la reproduction sexuée et pour la dispersion par un bon nombre d'espèces en migration ou déplacement, qui constituent alors le plancton aérien.

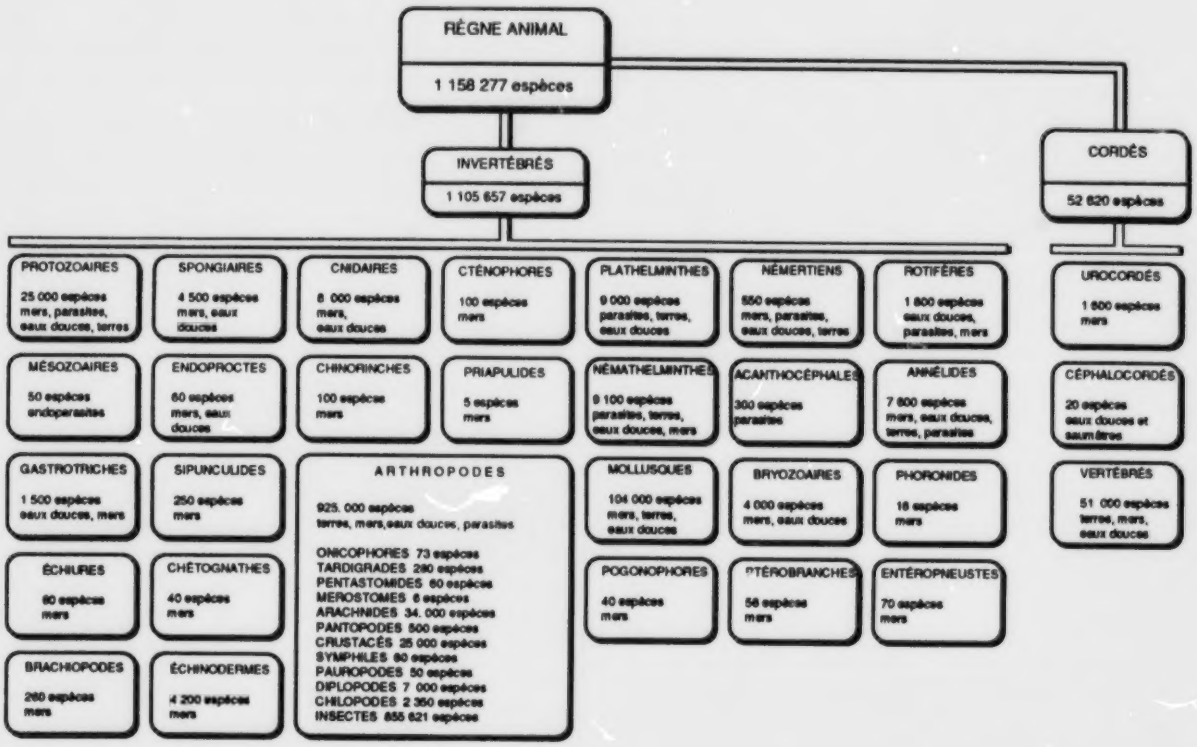
La grande abondance des individus

Le potentiel reproducteur des invertébrés est très variable:quelques dizaines d'individus sont produits par les Scorpionidés, par exemple, mais des milliers d'oeufs sont pondus ou peuvent être pondus dans une seule journée par la reine de certaines sociétés. Ainsi chez l'abeille domestique (Hyménoptère), la reine peut pondre jusqu'à 2000 oeufs par jour et sa durée de vie adulte est d'environ cinq ans. Chez les termites de l'est de l'Afrique, la vitesse de ponte de la reine est d'un oeuf toutes les deux secondes et sa durée de vie est de quelques dizaines d'années.

Pour mesurer le potentiel démographique de certains invertébrés, prenons l'exemple de la drosophile ou mouche à fruit, dont la biologie est bien connue, à cause de son utilisation fréquente en laboratoire. Dans des conditions optimales, la petite drosophile complète son cycle de vie en 12 ou 13 jours, ce qui donne 25 générations par année.

FIGURE 6.9

TABLEAU DE SYNTHÈSE DU RÈGNE ANIMAL, NOMBRE DES ESPÈCES DÉCRITES SCIENTIFIQUEMENT ET LEUR HABITAT



La femelle pond en moyenne 100 oeufs, 50 p. 100 de mâles, 50 p. 100 de femelles. Un seul couple peut produire en une année, à la fin de la 25e génération, 10^{41} spécimens. Si nous essayons d'imaginer le volume qu'occuperaient ces spécimens, cela donnerait une sphère dont le diamètre serait presque égal à la distance de la terre au soleil!

Bien sûr cette catastrophe ne se réalisera jamais, à cause des facteurs limitatifs qui entrent en jeu (manque de nourriture, prédation, insuffisance d'espace, humidité, etc.). Mais pour maintenir une densité stable, chaque génération doit subir un taux de mortalité très important, avant que les individus ne puissent se reproduire (97,8 p. 100 chez la tenthrède du pin de pépinière). Chez la tordeuse des bourgeons de l'épinette, où chaque femelle pond environ 200 oeufs, il faut un taux de mortalité de 99,2 p. 100 pour maintenir une population stable.

Cette capacité qu'ont les invertébrés d'augmenter très rapidement la densité de leurs populations nous fait comprendre pourquoi et comment certaines espèces peuvent causer des épidémies en peu de temps. Il suffit que leur mortalité diminue de quelques dixièmes de pourcentage! C'est là une réalité dont il faudrait tenir compte en aménagement forestier, agricole et urbain.

6.2.2 Principaux groupes d'intérêt environnemental

Insectes pollinisateurs

Ces organismes sont essentiels pour la pomoculture et pour diverses plantes dont la pollinisation se fait par les insectes. Ils sont très importants à la production de petits fruits, que ce soit le bleuet, le fraisier, le framboisier. Dans de nombreux écosys-

tèmes naturels, ils servent de vecteurs de pollen, pour la production de fruits et de graines essentielles à l'approvisionnement en nourriture de nombreux oiseaux et de mammifères. Ainsi, lorsque l'ours noir est descendu plus au sud que d'habitude, à l'automne 1986, s'approchant de façon exceptionnelle des habitations, c'était, semble-t-il, à cause de la rareté de fruits sauvages causée par l'inactivité des pollinisateurs, due au mauvais temps au printemps 1986.

Quatre-vingt pour cent de toutes les plantes à fleurs dépendent exclusivement des insectes pour leur reproduction et ne pourraient survivre très longtemps sans eux. De plus, l'humanité vit, elle aussi, sous la dépendance des insectes, puisque les fruits (tomates, pommes, oranges, framboises, etc.), le café, le coton, le poivre, le miel et de nombreux autres produits n'existeraient pas si les plantes n'étaient pas fécondées par les invertébrés.

Les agents de la lutte biologique

Plusieurs taxons jouent un rôle très important dans le contrôle des populations d'insectes ravageurs. Ils empêchent de façon discrète que certaines espèces deviennent épidémiques, ce qui causerait des pertes élevées tant en foresterie qu'en agriculture. D'autres réduisent les populations d'insectes hématophages et ne sont pas suffisamment reconnus et protégés. Sans elles libellules, sans plusieurs punaises aquatiques, les maringouins seraient beaucoup plus nombreux.

Les détritivores

Nombreuses sont les espèces qui utilisent sans relâche les détritus de matière organique végétale ou animale, dans nos milieux. Ce faisant, elles accélèrent les processus de décomposition et de recyclage des éléments nutritifs, en nettoyant l'environnement et en apportant des engrais aux plantes. Sans elles, une grande partie de l'énergie solaire accumulée dans les plantes et les animaux ne pourrait, à leur mort, être efficacement récupérée à travers les écosystèmes. En résumé, les détritivores accélèrent et facilitent le recyclage dans la biosphère; ils augmentent la productivité biologique des écosystèmes et participent au fonctionnement de certains processus écologiques qui assurent la fertilité des sols.

Dans nos régions, à chaque printemps, lorsque les eaux se retirent après les crues, bon nombre de poissons restent emprisonnés dans des dépressions du terrain et y meurent par manque d'eau. Pourtant, il est très rare que l'on soit incommodé par des odeurs nauséabondes de poissons pourris, car les nécrophores les repèrent bien avant nous et les nettoient, ne laissant que le squelette et les écailles.

Des indicateurs biologiques de l'état de l'environnement

Par ailleurs, étant donné le grand nombre d'espèces chez la classe des insectes (près de 80 p. 100 de la faune de la planète), certaines d'entre elles ont des exigences précises et des degrés de tolérance très délimités. Ces populations pourraient être d'une très grande utilité en tant que bio-indicateurs de la qualité de l'environnement. C'est le cas des perlides ou plécoptères, insectes aquatiques au niveau larvaire, dont la majorité des espèces exigent une eau très bien oxygénée. Leurs habitats, sauf en de rares exceptions, sont des ruisseaux d'eau vive, propre, non polluée. C'est pour cette raison que, de plus en plus, on ne les retrouve que dans certaines régions des Laurentides. D'autres espèces pourraient être utilisées pour déterminer la dispersion de polluants chimiques, gazeux ou liquides.Il suffirait de les identifier et de les sélectionner.

6.2.3 La situation générale des invertébrés du Québec

L'importance de l'entomofaune* du Québec

En 1981, on évaluait l'entomofaune mondiale à 762 659 espèces connues. L'entomofaune canadienne ne représenterait que 7,2 p. 100 de ce nombre (tableaux 6.3 et 6.4). Les insectes du Québec comprendraient près de la moitié des espèces au Canada, soit environ 25 400 espèces. Étant donné que beaucoup d'espèces se trouvent à leur limite de distribution nordique, la plus grande partie de cet entomofaune se trouve dans le sud de la Province; par contre la diminution du nombre d'espèces à des latitudes plus élevées comme le Nouveau Québec est largement compensée par l'abondance de leurs représentants.

** entomofaune: faune des insectes*

Tableau 6.3
Importance relative de l'entomofaune canadienne par rapport à l'entomofaune mondiale

	Entomofaune		Importance relative (p.100)
	Mondiale (1)	Canadienne (2)	
Protura	170	8	6,8
Collembola	2 000	520	26,0
Diplura	675	5	0,7
Thysanura	330	12	3,6
Microcorryphia	250	13	5,2
Ephemeroptera	2 139	411	19,2
Odonata	5 000	197	3,9
Orthoptera	28 000	260	0,9
Dermaptera	1 200	5	0,4
Isoptera	2 100	6	0,3
Embioptera	149	0	---
Plecoptera	1 600	310	19.4
Zoraptera	24	0	---
Psocoptera	1 647	103	6,3
Mallophaga	2 675	740	27,7
Anoplura	500	35	7,0
Thysanoptera	4 700	246	5,2
Hemiptera	23 500	1 880	8,0
Homoptera	33 000	2 444	7,4
Neuroptera	4 700	117	2,5
Coleptera	300 000	9 100	3,0
Strepstitera	300	16	5,3
Mecoptera	400	32	8,0
Trichoptera	5 000	746	14,9
Lepidoptera	113 000	6 734	6,0
Diptera	120 000	14 464	12,1
Siphonaptera	1 600	190	11,9
Hymenoptera	108 000	16 665	15,4
Total	762 659	55 259	7,2

(1) Nombre d'espèces connues d'après Borror et Al, 1981
(2) Nombre d'espèces connues et non connues ni mentionnées, d'après Danks1979

Source: de Oliveira, D. 1987

Tableau 6.4
Importance relative de l'entomofaune québécoise montrée par quelques taxons

Taxons	Entomofaune connue		Importance relative (p.100)
	Canadienne (Danks 1979)	Québécoise	Ent. Qué./Ent. Can.
Odonates	194	130 (Robert 1966)	67,0
Plécoptères	250	125 (Harper Vebatim)	50,0
Hemiptères (punaises)	1 044	488 (Larochelle 1983)	46,7
Coléoptères	6 748	1 800 (Chagnon et Robert 1962)	26,7
Trichoptères	546	328 (Roy et Harper 1979)	44,0
Lépidoptères	4 692	2 000 (Rassart Verbatim)	42,6
Diptères (Culicidae)	74	53 (Maire 1980) (Gebara et de Oliveira 1986)	71,6
Total	13 548	4 924	36,3
Sans les coléoptères	6 800	3 124	45,9

Source: de Oliveira, 1987

Les espèces menacées

Un des indicateurs du peu de connaissance que nous avons de notre entomofaune, pourtant le groupe le plus étudié chez les invertébrés, est l'impossibilité dans laquelle nous sommes de dresser actuellement une liste des espèces menacées ou éteintes.

Il est reconnu, par ailleurs, que le taux d'extinction d'espèces chez les vertébrés suit, depuis les années 1800, une courbe exponentielle. Il est probable que le nombre d'espèces disparues chez les insectes est encore plus élevé, non seulement parce qu'il s'agit d'un groupe beaucoup plus riche, mais aussi parce qu'ils sont plus spécialisés que les vertébrés et donc moins adaptables aux modifications du milieu.

Beaucoup d'espèces ont leur limite de distribution nordique dans le sud du Québec. Elles s'y manifestent par des fluctuations annuelles variant selon les conditions climatiques. Plusieurs seraient rares, comme la mante religieuse, le bâtonnet du diable et le papillon-lune. La chasse de ce dernier est d'ailleurs prohibée dans les États de la Nouvelle-Angleterre. On retrouvera également, dans les pages qui suivent, une liste des espèces d'invertébrés du Québec qui pourraient être désignées comme vulnérables ou menacées en vertu d'une éventuelle loi sur les espèces menacées.

Les dangers et les menaces

Selon l'entomologiste américain Paul Opler, la destruction des habitats serait la principale cause de la raréfaction des invertébrés pour 90 p. 100 des cas

connus. Cette menace affecte surtout des espèces naturellement peu abondantes, parce qu'elles sont confinées à des milieux isolés du point de vue biogéographique et qu'elles ne peuvent vivre ailleurs. Il s'agit généralement d'espèces qui ne se retrouvent qu'à des endroits bien précis, où règnent des conditions microclimatiques spécifiques, ou qui sont cantonnées dans des milieux où elles se sont réfugiées lors des glaciations.

L'utilisation des insecticides est un autre des principaux risques environnementaux pour les insectes. Il est normal de s'attendre à ce que les insecticides tuent ces organismes. Ils ont été créés pour cela. Par contre, à moyen et long termes, leur action sur les espèces d'insectes à potentiel reproducteur élevé et à générations courtes semble déclencher l'apparition de résistances à ces produits qui, dès lors, ne sont plus toxiques pour elles. L'action de ces insecticides sur d'autres espèces d'insectes, à potentiel reproducteur moins élevé et aux générations longues d'un an à quatre ans, serait beaucoup plus dommageable.

Le premier groupe d'espèces menacées comprend surtout des espèces phytophages et hématophages qui sont la cible des traitements insecticides. Le deuxième groupe comprend notamment les espèces prédatrices et pollinisatrices qui ne sont généralement pas visées. Cependant, dans la pratique, elles reçoivent aussi les traitements insecticides et même davantage que le premier groupe si leur durée de vie est longue. De plus, du point de vue alimentaire, les prédateurs se nourrissent de proies empoisonnées ou contenant des doses d'insecticides qui sont sub-létales ou même létales. Les pollinisateurs, quoique moins soumis à l'impact direct des traitements lorsque ces derniers sont appliqués en dehors des heures d'activité de butinage, subissent quand même leur effet au cours de la dégradation. Ils se nourrissent de nectar et ou de pollen contenant de ces toxiques ou de leur métabolites. À long terme, les insecticides risqueraient d'exterminer plus d'espèces chez les prédateurs et les pollinisateurs que parmi les phytophages.

Les herbicides sont aussi une des causes probables de l'extinction d'espèces. En éliminant les mauvaises herbes dans les cultures, les plantes adventices sur les bordures des fossés de drainage, sur les bordures des routes et des chemins de fer, sous les lignes électriques, nous privons les pollinisateurs du nectar et du pollen dont ils se nourrissent en dehors des périodes de floraison des espèces végétales cultivées. Les insectes doivent se nourrir avant et après cette abondance ponctuelle d'aliments.

Dans les écosystèmes naturels, la flore est composée de populations ou espèces végétales qui vont fleurir de façon successive dans le temps, afin de minimiser la compétition pour les pollinisateurs. Si nous ne leur offrons de la nourriture que pendant une courte période, les espèces d'insectes pollinisatrices douées d'une capacité limitée de vol seraient les premières à disparaître de ces régions. Les régions agricoles de la vallée du Saint-Laurent seraient sans doute les premières à subir cette perte, étant donné la quantité d'herbicides qui y sont utilisés.

LES ESPÈCES VULNÉRABLES OU MENACÉES

Les invertébrés

Les Coléoptères

Quatre espèces sont en régression marquée au Québec. Certaines d'entre elles sont peut-être déjà disparues. Les trois longicornes se sont grandement raréfiés dans l'ensemble de la province avec la destruction systématique des forêts primitives de chênes et de pins qui, autrefois, couvraient une bonne partie de notre territoire. Le carabidé est, quant à lui, à toutes fins pratiques disparu des parterres forestiers humides et riches en matière organique des forêts de feuillus où il trouvait ses proies détritivores. Ces espèces sont:

- le Longicorne noble
- le Longicorne suturé
- le Longicorne tacheté
- le Cychre veuf

Les Lépidoptères

Les papillons ci-après listés furent tous sélectionnés en fonction de leur répartition insulaire qui se traduit par la présence de très petites populations ça et là, isolées les unes des autres au plan biogéographique. A la limite, ce phénomène se manifeste par l'existence d'espèces ou de sous-espèces endémiques qui n'existent nulle part ailleurs. Très recherchées par les collectionneurs, naturellement peu abondantes et particulièrement vulnérables à cause des milieux souvent uniques où elles vivent, ces espèces sont:

- le Sphinx ceinturé
- le Cuivré de la potentille
- le Sphinx elio
- la Fritillaire panachée
- l'Olympe
- la Saturnie du mélèze
- le Lutin des tourbières
- le Papillon long-palpe
- le Nordique orangé des Laurentides
- le Nordique orangé de la Mauricie
- le Nordique orangé de la Gaspésie
- le Nordique du Mont Albert
- le Papillon queue courte
- le Papillon queue courte de la Gaspésie
- le Bolaria de Dawson
- le Bolaria pourpré
- le Machaon
- l'Arctiide nordique
- le Sphinx d'Abott
- le Sphinx élégant
- le Sphinx orangé

Les Odonates

Il y aurait au moins cinq espèces de libellules qui méritent une attention spéciale parce qu'elles sont naturellement peu abondantes et qu'elles sont réparties en petites populations insulaires isolées les unes des autres. Bien qu'étant peu connues, leur vulnérabilité intrinsèque est accentuée par diverses menaces dont: la destruction et la pollution (notamment par les pluies acides) des milieux souvent très particuliers où elles vivent ainsi que par la récolte abusive de spécimens à des fins de collection. Ces espèces sont:

- l'Aeshne coloré
- l'Aeshne à front proéminent
- l'Aeshne furcillaire
- l'Aeshne géant
- le Gomphus amnicole

Les Orthoptères

Il n'y a, semble-t-il, qu'une seule espèce qui doit jouir d'une protection rigoureuse parce qu'elle est peu abondante et endémique au mont Albert. Naturellement vulnérable à cause de son habitat restreint et sérieusement menacée par l'exploitation abusive dont elle est victime, cette espèce est unique au monde:

- le criquet du Mont Albert

6.3 LA FLORE

Il est facile de constater le rôle essentiel des plantes dans le maintien de la vie. En l'absence de végétaux, la vie animale évoluée que nous connaissons serait condamnée à disparaître. Il n'est pas nécessaire cependant d'évoquer une catastrophe aussi universelle pour se rendre compte que toute perte d'espèces, tout appauvrissement génétique du patrimoine végétal, tout affaiblissement pathologique de la santé des plantes, par dégradation du milieu ou incurie, a des répercussions importantes sur l'avenir économique et social d'une nation. L'actualité nous l'enseigne.

Le patrimoine vert, dont la présence et la stabilité rassurantes sont un peu trop facilement considérées comme choses acquises, est une richesse collective fondamentale, indispensable à la qualité de la vie et à l'équilibre psychique, qui doit être préservée soigneusement, observée, étudiée et prudemment mise en valeur.

6.3.1 La diversité floristique

Les plantes vasculaires du Québec (fougères, prêles, lycopodes et phanérogames) représentent le groupe le plus visible (tableau 6.5). Le nombre des espèces croissant au Québec est de 2543. Ce nombre comprend les plantes introduites, mais, à elle seule, la flore indigène atteindrait 1850 espèces.

Tableau 6.5
Représentation schématisée du règne végétal avec le nombre approximatif d'espèces connues au Québec

			Nombre approximatif d'espèces	Auteur
Phanérogames (organes de fructification apparents)	Angiospermes (plantes herbacées, arbustes et arbres feuillus)		Plantes vasculaires	
	Gymnospermes (arbres résineux)		2543 dont	Rouleau (1964)
Cryptogames (organes de fructification peu apparents ex.: spores)	Ptéridophytes	Fougères	1850 espèces indigènes	Rousseau (1974)
		Prêles	200	Lepage (1960)
		Lycopodes	484	Lepage (1960)
	Bryophytes	Hépatiques	647	Lepage (1960)
		Mousses	1500 pour les champignons charnus uniquement	Pomerleau (1980 et 1984)
	Lichens		349 algues marines benthiques	Cardinal et Villalard (1971)
	Champignons		527 Desmidiées	Irénée-Marie (1938)
	Algues			

Les familles les plus importantes, par le nombre d'espèces, sont les cypéracées, les composées, les graminées, les rosacées et les crucifères. Si on regarde le couvert végétal ou le nombre d'individus, les cypéracées et les graminées gardent leur importance, mais les espèces ligneuses dominent (érable, sapin, épinette, mélèze), sans oublier les mousses et les lichens dans les régions nordiques.

Les plantes du Canada ou de la Nouvelle-France ont suscité l'intérêt du botaniste parisien Jacques Cornut dès 1635, captivé Michel Sarrazin et Jean-François Gauthier, médecins du Roy à Québec, et attiré des explorateurs étrangers comme Kalm et Michaux. Il a fallu attendre l'abbé Léon Provancher, fondateur du Naturaliste canadien, le père Louis-Marie Lalonde et le frère Marie-Victorin et son équipe, pour donner à l'étude de notre flore un dynamisme qui ne devait pas se démentir depuis. Les domaines explorés couvrent maintenant presque tous les aspects de la botanique, bien qu'à des degrés inégaux.

Ainsi, si le groupe des plantes supérieures de notre flore a reçu beaucoup d'attention, les autres groupes ne possèdent même pas tous des descriptions complètes de tous les taxons connus au Québec.

6.3.2 Les espèces rares et les espèces endémiques

Le Québec n'a pas vraiment une flore et une faune très particulières ou très distinctives. Sa diversité biologique est relativement peu élevée et elle comprend de nombreuses espèces à distribution géographique étendue. Il y a peu de discontinuités brusques de climat, de relief ou de composantes du milieu physique qui auraient pour effet de circonscrire en certains lieux très précis et restreints des espèces de faune ou de flore endémiques, rares et par conséquent fragiles.

C'est surtout l'importance de l'étendue du territoire québécois sur plusieurs degrés de latitude qui influence la diversité biologique. Par exemple, la flore du Québec est riche en espèces dont les populations trouvent ici leur limite septentrionale de distribution. Ceci peut affecter certaines espèces et contribuer à leur rareté.

Le Comité pour la protection des plantes menacées de l'Union internationale pour la conservation de la nature définit une espèce rare comme celle dont la ou les populations sont faibles ou localisées, qui ne semble pas en régression et sur laquelle ne pèsent pas de risques immédiats, mais qui, du fait de son aire ou de la structure de sa population, serait mise très rapidement en danger si une pression néfaste intervenait. Un travail récent sur les plantes vasculaires rares du Québec présente une liste de 408 taxons entrant dans cette catégorie.

En s'appuyant sur cette même étude, il est possible de dresser une liste de 12 taxons ne se rencontrant qu'au Québec, dans des aires restreintes ou très restreintes, situées d'ailleurs le plus souvent le long du Saint-Laurent. D'autres espèces, présentes dans de rares endroits au Labrador, à Terre-Neuve ou dans le Nord canadien pourraient être considérées comme endémiques.

On constate également, à partir de la liste des 408 taxons, que les espèces rares se répartissent dans 92 familles différentes et que 62 sont des cypéracées, 36 des composées, 34 des graminées et 25 des crucifères. C'est dire que l'on trouve des plantes rares dans la plupart des familles connues au Québec et en proportion de leur importance, bien que les rosacées soient sous-représentées par rapport à leur place normale.

Les menaces et les dégradations

Les problèmes de survie de nos espèces sont aussi dus à la perte progressive d'habitats. Cette cause est importante au Québec et restreint souvent le développement des populations des espèces les plus vulnérables. L'urbanisation et l'agriculture ont fait disparaître presque totalement nos érablières à caryer et, avec elles, la diversité biologique qui y était rattachée. Le long du Saint-Laurent, les établissements humains et les développements agricoles et industriels ont réduit ou éliminé beaucoup de milieux naturels hébergeant des espèces de faune et de flore. Les transformations récentes de certaines terres humides aux caractéristiques écologiques exceptionnelles ont aussi contribué largement à rendre précaire la survie de plusieurs espèces de flore et de faune.

Peu de travaux ont été menés pour connaître, parmi les espèces inventoriées, celles qui connaissent des difficultés de survie. Nos préoccupations à l'égard des espèces menacées sont très récentes.

Un cas particulier: l'ail des bois

L'ail des bois est une plante qui privilégie le sud du Québec. On la trouve le long du Saint-Laurent, jusqu'à Montmagny, dans la région de l'Outaouais, le long du Richelieu et dans l'Estrie. Elle exige pour croître des sols très peu acides, riches en substances minérales, à humus mull et ayant un bon degré d'humidité.

Ces dernières années, cette plante comestible a fait l'objet d'une commercialisation importante. Sans être vraiment rare, elle est cependant devenue très vulnérable, au point d'exiger dès maintenant des mesures de protection. Sans de telles mesures, il risque de se produire la même chose que pour le ginseng, autrefois abondant au Québec, qui au 18e siècle, en quelques années, est devenu subitement très rare à cause d'une surexploitation incontrôlée.

La courte période de croissance de l'ail des bois, la lenteur de sa reproduction et de sa croissance, son apparition hâtive, son mode de regroupement en colonies, sa cueillette et sa commercialisation intensives sont autant de facteurs qui jouent contre elle. À cela s'ajoute la réduction continue de son habitat. Or, au cours des dernières années, on aurait commercialisé jusqu'à 6 millions de ces bulbes par années. À ce rythme, dans quelq[illegible] temps, cette plante se retrouvera sur la liste de nos espèces menacées si aucune mesure n'est adoptée pour en restreindre la commercialisation.

LES ESPÈCES VULNÉRABLES OU MENACÉES

La flore

En 1983, paraissait pour la première fois au Québec une liste des plantes vasculaires rares. Cette liste comprend 408 espèces. De cette liste, 87 sont considérées comme prioritaires quant aux mesures de protection à prendre à leur égard. Dans l'extrémité sud-ouest du Québec, 58 p. 100 des 87 cas prioritaires se retrouvent dans les régions de l'Outaouais, de l'Archipel d'Hochelaga, du Richelieu, dans la région montréalaise de la plaine du Saint-Laurent, les Montérégiennes et les Cantons de l'Est. La zone intertidale retient, quant à elle, l'attention avec 10 espèces. Par ailleurs, 22 p. 100 des 87 cas prioritaires proviennent du golfe du Saint-Laurent, de la Côte-Nord, de la Minganie, d'Anticosti et de la Gaspésie. Quant à l'Arctique, il possède un cas prioritaire.

- Agastache faux-népète
- Aigremoine pubescente
- Amélanchier gracieux
- Antennaire paille
- Aplectrum d'hiver
- Arabette du Canada
- Sabline marcescente
- Ariséma dragon
- Arnica de Griscom
- Grande asclépiade
- Doradille des murailles
- Astragale de Fernald
- Bident discoïde
- Bident d'Eaton
- Bident hétérodoxe
- Petit braya
- Calamagrostide lacustre
- Carex joli
- Carex hirsute
- Carex de Host
- Carex grêle
- Cicutaire de Victorin
- Cinna roseau
- Chardon de la Minganie
- Conopholis d'Amérique
- Souchet de Houghton
- Cypripède jaune à pétales plans
- Cypripède blanc de la Minganie
- Drave à graines entassées
- Drave de Pease
- Echinochloa de Walter
- Elodée de Nuttall
- Elyme des rivages
- Elyme velu
- Epilobe à graines nues
- Vergerette à tige velue
- Vergerette de Provancher
- Eriocaulon de Parker
- Fausse-proserpinie
- Gentiane de Victorin
- Gratiole glabre
- Hemicarpha à petites fleurs
- Carex lupuliforme
- Carex misandroïde
- Carex vert pâle
- Carex rayonnant
- Carex de Swan
- Carex massette
- Mimule glabre
- Muhlenbergie des bois
- Muhlenbergie à fleurs grêles
- Naïas de la Guadeloupe
- Oxytropis de Gaspésie
- Ginseng à cinq folioles
- Panic de Bicknell
- Panic de Philadelphie
- Pallena pourpre
- Peltandre de Virginie
- Pin rigide
- Polémoine de Van Brunt
- Potamot gemmipare
- Chêne bicolore (chêne bleu)
- Rosier de Williams
- Saule soyeux
- Hydrophylle du Canada
- Carmantine d'Amérique
- Lindernie des grèves
- Listère australe
- Lophotocarpe spongieux
- Lycope du St-Laurent
- Saxifrage de Gaspésie
- Scirpe de Clinton
- Scirpe à soies inégales
- Scirpe de Smith
- Orpin velu
- Rubanier rameux
- Sporobole épineux
- Streptope des montagnes
- Strophostyle ocracé
- Thelyptéride à frondes larges
- Viorne dentée
- Violette à feuilles rondes
- Violette sagittée
- Woodsie obtuse
- Petit riz sauvage

BIBLIOGRAPHIE
(VERTÉBRÉS)

ANONYME, 1987. Rapport du Groupe de travail sur le développement des initiatives privées. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 220 pages.

BANFIELD, A.W.F., 1974. Les mammifères du Canada. Presses de l'Université Laval et University of Toronto Press, 406 pages.

BEAULIEU, H., 1985. Rapport sur la situation du Bar rayé (Morone saxatilis). Association des biologistes du Québec. Publ. no 7, 53 pages.

BOUDREAU, F. ET C. DUBREUIL, 1986. Contribution du Québec à l'atteinte des objectifs de la stratégie mondiale de la conservation. MENVIQ, Direction du patrimoine écologique, 175 pages + annexe.

CARBONNEAU, M. ET F. AXELSEN, 1982. Etude de l'état de la contamination de l'anguille du Saint-Laurent et du Richelieu par le mirex. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction de la recherche, 26 pages.

DESJARDINS, C., J.D. DUTIL et R. GÉLINAS, 1983. Contamination de l'anguille (Anguilla sostrata) du bassin du fleuve Saint-Laurent par le mirex. Ministère des Pêches et des Océans du Canada, Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques 141, 51 pages.

DUMONT,P.F. AXELSEN, H. FOURNIER, P. FOURNIER, P. LAMOUREUX, Y. MAILHOT, C. POMERLEAU et B. PORTELANCE, 1987. Avis scientifique sur le statut de la population d'Esturgeon jaune dans le système du fleuve Saint-Laurent. M.L.C.P. - M.A.P.A.Q., en préparation.

GODFREY, W.E., 1967, Les oiseaux du Canada. Canada, Ottawa. Bulletin no 203, 506 pages.

GOULET, M. ET D. LALIBERTÉ, 1982 a. Métaux - Contamination du milieu aquatique au Québec méridional. MENVIQ, Service de la qualité des eaux. Publication Q.E.-51, 115 pages.

GOULET, M. et D. LALIBERTÉ, 1982 b. BPC - Contamination du milieu aquatique au Québec méridional. MENVIQ, Service de la qualité des eaux. Publication Q.E.-53, 57 pages.

GOULET, M. et P. POTVIN et S. PRIMEAU, 1982 C. Toxiques inorganiques dans l'eau des rivières et des lacs du Québec méridional.. MENVIQ, Service de la qualité des eaux. Publication Q.E.-52, 294 pages.

JACQUEMOT, A., R. REID et F.L. FILION, 1986. L'importance de la faune pour les Canadiens. La valeur économique de l'utilisation récréative de la faune. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 65 pages + annexes.

LAGACE, M., L. BLAIS et D. BANVILLE, 1983. Liste de la faune vertébrée du Québec. Première édition, gouvernement du Québec, M.L.C.P., 100 pages.

LAVOIE, J.G., 1986. Le développement récréatif: problématique et impacts. Institut pour la recherche et l'éducation en matière de conservation, Sainte-Foy, (Envirodoq 86-0198).

LEVESQUE, F. et C. POMERLEAU, 1986. Contamination de la chair de certaines espèces de la faune aquatique et amphibienne du lac Saint-Pierre par les biphényles polychlorés, le mirex et le mercure (1983-1984). M.L.C.P., Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche, Québec, Rapp. tech. 86-01.

MAILHOT, Y.F. AXELSEN, P. DUMONT, H. FOURNIER, P. FOURNIER, P. LAMOUREUX, C. POMERLEAU et B. PORTELANCE, 1987. Avis scientifique sur le statut de la population de Perchaude au lac Saint-Pierre, M.L.C.P.-MAPAQ, en préparation.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE ET MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION, 1987. Rapport de l'atelier de consultation sur le plan de développement de la pêche au lac Saint-Pierre.

PELLETIER, Jacques, M. LACASSE, G. LAMONTAGNE et J.L. DUCHARME, 1980. Aménagement et utilisation de la faune au Québec. Stratégies de développement. Direction de la planification, M.L.C.P., 44 pages.

POMERLEAU, C. et F. LÉVESQUE, 1986. Contamination en mercure de la chair du doré jaune des réservoirs Gouin et Blanc (1984). M.L.C.P., Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche, Québec, Rapp. tech. 86-02.

PORTELANCE, B., 1987. Les ressources halieutiques du fleuve Saint-Laurent. Contribution du bilan de l'environnement au Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Document manuscrit, 18 pages.

POTVIN, F., 1986. Plan tactique, cerf de Virginie, M.L.C.P., Direction générale de la faune, Québec, 55 pages.

SARRAZIN, R. éd. et al., 1983. La protection des habitats fauniques au Québec. M.L.C.P., Québec, 256 pages et annexe 175 pages.

SCOTT, W.B. et E.J. CROSSMAN, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Canada, MENVIQ, Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Ottawa, Bull. no 184, 1026 pages.

SLOTERDIGK, H. 1977, Accumulation des métaux lourds et des composés organochlorés dans la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent. M.L.C.P., Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Rapp. 7., 181 pages.

BIBLIOGRAPHIE
(FLORE)

BOUCHARD, A., D. BARABÉ, M. DUMAIS et S. HAY, 1983, Les plantes vasculaires rares du Québec. - Syllogeus, no 48, 79 p.

BOUCHARD A., D. BARABÉ, Y. BERGERON, M. DUMAIS et S. HAY, 1985, "La phytogéographie des plantes vasculaires rares du Québec". - Naturaliste can. 112: 283-300.

BRUNEL, J., 1962, Le phytoplancton de la baie des Chaleurs. - Contrib. no 91, ministère de la Chasse et des Pêcheries, 365 p.

CARDINAL, A., 1967, Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé. - Travaux sur les pêcheries du Québec, no 20.

CARDINAL, A. et M. VILLALARD, 1971, " Inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec)." - Naturaliste can. 98: 887-904.

DANSEREAU, P., 1959, Phytogeographia laurentiana II. The principal plant associations of the Saint-Lawrence valley. - Contrib. Inst. bot. Univ. Montréal no 75, 147 p.

GERVAIS, C., 1987. La Flore du Québec. Contribution au bilan de l'environnement du Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Service de recherche en phytotechnie de Québec. Document manuscrit 14 pages + annexes.

GRANDTNER, M.M., 1966, La végétation forestière du Québec méridional.-Les Presses de l'Université Laval, 216 p.

IRÉNÉE-MARIE, frère, 1938, Flore desmidiale de la région de Montréal.-Laprairie, 547 p.

LEPAGE, E., 1945-6, "Les lichens, les mousses et les hépatiques du Québec."- Naturaliste can. 72: 241-265, 315-338; 73: 33-56, 101-134, 207-232, 395-411.

LEPAGE, E., 1960, "Premier supplément au catalogue des hépatiques du Québec".- Naturaliste can. 87: 181-203.

LEPAGE, E., 1972, "Nouveau catalogue des lichens du Québec.-

MORISSET, P., S. PAYETTE et J. DESHAYE, 1983, "The vascular flora of the northern Quebec-Labrador peninsula: phytogeographical structure with respect to the tree-line."- Nordicana no 47: 141-151.

PAYETTE, S., 1983, "The forest tundra and the present tree-lines of the Northern Quebec-Labrador peninsula."- Nordicana no 47: 3-23.

POMERLEAU, R., 1980, Flore des champignons au Québec et régions limitrophes.- La Presse, Montréal, 653 p.

POMERLEAU, R., 1984, Supplément à la Flore des champignons au Québec.- La Presse, Montréal, 88 p.

PROVANCHER, L., 1862, Flore canadienne.- Darveau, Québec, 843 p.

RAYMOND, M., 1950, Esquisse phytogéographique du Québec.- Mém. J. bot. Montréal, no. 5, 147 p.

ROUSSEAU, C., 1974, Géographie floristique du Québec-Labrador.- Presse Université Laval, Québec, 799 p.

THIBAULT, M., & D. HOTTE, 1985, Les régions écologiques du Québec méridional, deuxième approximation.- Service de la cartographie, ministère de l'Énergie et des Ressources.

BIBLIOGRAPHIE (ESPÈCES MENACÉES)

BEAULIEU, G., 1985, Espèces menacées, planète en péril? FORET CONSERVATION , octobre, p. 20 à 23.

BÉLAND, P. et D. MARTINEAU, 1986, L'intoxication des bélugas dans le Saint-Laurent. INTERFACE, nov.déc.: p. 20-25.

BOUCHARD, A. et al., 1983, Les plantes vasculaires rares au Québec. Syllogeus N° 48. Musées nationaux du Canada, Ottawa, 79 p.

SOCIÉTÉ BOTANIQUE DU QUÉBEC, 1986, Les plantes rares: biologie et conservation, bulletin no 10, 52 p.

CONSEIL CONSULTATIF SUR LES RÉSERVES ÉCOLOGIQUES, 1981, Politique relative à la protection des espèces animales et végétales rares, menacées ou en danger d'extinction au Québec. Ministère de l'Environnement du Québec, 7 p.

DORAN, M.-A., 1985, Voudriez-vous qu'il s'en aille? Direction du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec, 12 p.

GAUDREAU, L., 1984, Les nouveaux défis du maintien de la diversité biologique. Direction du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec, 17 p.

GRATTON, L., 1987, Espèces vasculaires de la flore du Québec susceptibles d'être désignées comme vulnérables ou menacées. Direction du patrimoine écologique, mnistère de l'Environnement du Québec, fiches techniques.

LAVOIE, J.-G., 1984, L'extinction des espèces: réalité ou fiction? Direction du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec, 9 p.

LAVOIE, J.G., 1984, Valeur et importance de la diversité biologique. Direction du patrimoine écologique, ministère de l'environnement du Québec, 56 p.

LAVOIE, J.G., 1987, Espèces fauniques du Québec susceptibles d'être désignées vulnérables ou menacées. Direction du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec, 55 p.

LAVOIE, J.G., 1987, La faune invertébrée: un patrimoine méconnu en péril. Direction du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec, 31 p., plus annexes.

PIPPARD, L., 1985, "Status of the St. Lawrence River Population of Beluga, Delphinapterus leucas." Can. Field Nat. 99 (3): 438-450.

PRESCOTT, J., 1985, "La sauvegarde des espèces menacées d'extinction au Québec." Le carnet de Zoologie, Vol. 45, N° 1.

BIBLIOGRAPHIE (INVERTÉBRÉS)

BORROR, J.D., D.M. DELONG and C.A. TRIPLEHORN, 1981, An Introduction to the Study of Insects. 5e édition, Saunders College Publishing, 827 p.

CHAGNON, G. et A. ROBERT, 1962, Principaux Coléoptères de la province de Québec. 2e édition, Les Presses de l'Université de Montréal, 440 p.

CHAUVIN, R. 1967, Le Monde des Insectes. Hachette, Paris, 254 p.

C.N.R.C., 1981, Interactions entre pesticides et pollinisateurs. Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement, Conseil national de recherches du Canada, No 18472, Ottawa, 215 p.

DANKS, H.V., 1979, Canada and its Insect Fauna. Memoirs of the Entomological Society of Canada, No 108, 573 p.

DE OLIVEIRA, D.D., 1972, Recherches sur la biologie et la dynamique des populations naturelles de Diprion fruterorum F. dans les Cantons de l'Est. Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke, 187 p.

DE OLIVEIRA, D., 1983, Importance économique de la pollinisation par les insectes. Ann. Soc. Ent. Québec. 28: 40-50.

DE OLIVEIRA, D., B. SAUCIER, P. MARTEL J. BELCOURT, 1986, Seuil de tolérance et sur-récupération de la pomme de terre "Sebago" aux ravageurs du doryphore. Phytoprotection 67(2): 146.

DE OLIVEIRA, D., S. PION et R.O. PARADIS, 1984, Agents pollinisateurs et productivité du framboisier "Newburgh" (Rubus idaeus L.), au Québec: 311-316. In Tasei J.N. 1984, 5ième Symposium international sur la pollinisation, Versailles, INRA - Colloques 21, France.

DE OLIVEIRA, D., S. PION et R.O. PARADIS, 1984, La pollinisation et la production de pommes: 51-56. In Vincnet C. et N.J. Bostoniam (Eds). La phytoprotection des vergers de pommiers au Québec. Ministère des Approvisionnements et Services Canada.

DE OLIVEIRA, D., 1987. Les invertébrés. Contribution au bilan de l'environnement du Québec. Département des Sciences biologiques Université du Québec à Montréal. Document manuscrit 25 pages

DOIRON, N., 1979, Étude de l'entomofaune d'une chenaie bleue au Haut-Richelieu, Québec. Mémoire de maîtrise, UQUAM, Montréal, 163 p.

DOIRON N. et D. DE OLIVEIRA, 1978, Activité saisonnière des insectes nocturnes dans une chênaie bleue, au Haut-Richelieu, Québec. Phytoprotection, 59(1): 3-11.

ELZINGA, R.J., 1978, Fundamentals of Entomology. Printice-Hall, Québec, 325 p.

GEBARA, A.B. et D. DE OLIVEIRA, 1986, "Première mention de Culex tarsalis (Diptères: Culicidae) au Québec". Can. Ent. 118(6): 609.

HOULE, P. 1979, Étude de l'entomofaune d'une prairie en friche soumise aux crues printanières de la rivière Richelieu. Mémoire de maîtrise, UQUAM, Montréal, 206 pp.

HOULE, P. et D. DE OLIVEIRA, 1982, Composition et abondance relative de l'entomofaune d'une prairie en friche dans la vallée du Haut-Richelieu. Ann. Soc. Ent., Québec. 27: 100-110.

HUTCHINS, Ross, E., 1966, Insects. Printice-Hall Qué. N.J. 324 p.

LAROCHELLE, A., 1983, Les punaises terrestres (Hémiptères: Géocorises) du Québec. Fabreries. Supplément 3. A.E.A.Q., Québec, 513 p.

MAIRE, A. et A. AUBIN, 1980, Les moustiques du Québec (Diptera: Culicidae). Essai de synthèse écologique. Mémoires de la société entomologique du Québec. No 6, Québec, 107 p.

MORRIS, R.F., 1963, The Dynamics of Epidemic Spruce Budworm Populations. Memoirs of Entomological Society of Canada, no. 31, 322 p.

MORRISSETTE, R., A. FRANCOEUR et J.M. PERRON, 1985, "Importance des abeilles sauvages (Apoidea) dans la pollinisation des bleuetiers nains (Vaccinium spp.) en Sagamie", Québec. Rev. Entom. Québec 30: 44053.

PAINCHAUD, D. 1982, Étude d'une communauté d'insectes pollinisateurs dans les Laurentides. Thèse de maîtrise, UQUAM, Montréal, 202 p.

PAINCHAUD, D. et D. DE OLIVEIRA (-), The effet of evaporation rate on vectar concentration and on the foraging of honeybees on raspberries (en préparation).

PERRON, J.M.,1985, Abrégé d'entomologie. Fabreries. Supplément 1, A.E.A.Q., Québec, 140 p.

PION, S., D. DE OLIVEIRA et R.O. PARADIS, 1980, Agent pollinisateur et productivité du fraisier "redcoat", Fragaria x ananassa Duch. Phytoprotection 61(2): 72-78.

ROBERT, A. 1966. Les Libellules du Québec. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune, Bull. 1. Québec, 223 p.

ROY, D. et P.P. HARPER, 1979, Liste préliminaire des Trichoptères (Insectes) du Québec. Ann. Soc. Ent. Québec 24: 148-171.

SPÉCIAL

LA VILLÉGIATURE AU QUÉBEC

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 227

1. Le portrait socio-économique 228

2. Les caractéristiques des sites de villégiature 229

3. Les impacts de la villégiature sur son environnement 229

BIBLIOGRAPHIE 232

LISTE DES TABLEAUX

V1 Divergences dans les habitudes des Québécois selon qu'ils sont propriétaires de résidences de villégiature ou non

V2 Répartition moyenne des dépenses des villégiateurs

V3 Quelques données relatives aux lots de villégiature

V4 Qualité des installations septiques au Québec

LISTE DES FIGURES

V.1 Impacts de la présence de chalets sur l'environnement

INTRODUCTION

Depuis les trente dernières années, les citadins ont envahi la campagne, à la recherche de calme et de verdure. Ils ont toutefois apporté avec eux certaines caractéristiques de la vie urbaine, telles que le confort et l'aménagement paysager.

C'est ainsi qu'autour des lacs sont apparues, comme des champignons, des agglomérations désordonnées de chalets. Cette invasion massive a créé un impact tel sur l'écosystème lacustre (aquatique et riverain), que l'on a décelé, après quelques années à peine, un vieillissement prématuré des lacs (apparition de plantes aquatiques et d'algues, envasement accéléré du lit, etc.), des signes évidents de pollution, une diminution de la pureté de l'eau, la dégradation du paysage, pour en arriver à la destruction de l'habitat de nombreuses espèces végétales et animales. Résultat: la campagne est devenue un milieu aussi artificiel et dégradé que la ville, exactement l'opposé de ce qu'on y recherchait à l'origine.

Pour une bonne part, ces problèmes provenaient d'une méconnaissance de l'écosystème lacustre. Dans le but de changer les mentalités, des associations de propriétaires se sont graduellement formées, puis regroupées sous la Fédération des associations pour la protection de l'environnement des lacs (FAPEL). Ceci a permis de lancer un mouvement général de restauration et de sauvegarde des rives et du littoral des lacs par les villégiateurs eux-mêmes.

1. LE PORTRAIT SOCIO-ÉCONOMIQUE

Un accroissement important du nombre de chalets a été remarqué ces dernières années. Le Bureau de la statistique du Québec révèle que de 1976 à 1982, le nombre de résidences secondaires est passé de 152 000 à 173 000, soit une augmentation de 14 p. 100, accroissement bien supérieur à l'augmentation de la population estimée à 4 p. 100 durant la même période.

Cependant, ces chiffres apparaissent très conservateurs et l'on devrait plutôt évaluer à 250 000[1] le nombre de chalets au Québec. L'accroissement comme tel du nombre de chalets depuis 1982 devrait être relativement faible car on remarque, avec l'augmentation de la valeur marchande des résidences, que les chalets redeviennent relativement moins accessibles.

Diverses études, réalisées par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche en 1980 et 1983, démontrent l'importance des plans d'eau dans la société québécoise. Ces études sont basées sur les résidences de villégiature. Ce terme inclut, outre les chalets conventionnels (75 p. 100), les roulottes de camping (16 p. 100), les camps de chasse et de pêche privés (6 p. 100) et les maisons mobiles (3 p. 100).

La répartition géographique de ces résidences de villégiature montre que 44 p. 100 d'entre elles sont situées dans la région de Montréal, à cause de l'importance du bassin de population. En moyenne, 16 p. 100 des ménages québécois en possèdent une. Cette proportion s'établit à 25 p. 100 dans les régions de la Côte-Nord, de l'Abitibi, du Témiscamingue, du Saguenay et du Lac-Saint-Jean. Ces résidences sont situées dans 45 p. 100 des cas à moins de 40 kilomètres du domicile principal de leur propriétaire et, pour la région de Québec, 40 p. 100 de ces propriétés sont à moins de 16 kilomètres du domicile principal.

Regardons maintenant le taux d'occupation. En 1981, 39 p. 100 des ménages ont occupé leur propriété sur une base continuelle, durant l'été, alors que 79 p. 100 y faisaient au moins un séjour. Le niveau d'occupation en hiver est encore plus faible. Cependant, ces dernières années, les villégiateurs ont eu tendance à rendre leur chalet habitable à l'année, ce qui accroît la période potentielle d'occupation. Pour le moment, il est impossible de quantifier ce phénomène.

La villégiature a un rôle important à jouer dans la vie des Québécois et des Québécoises. En effet, près d'un Québécois sur deux a effectué un voyage d'agrément à un chalet privé[2]. L'analyse des habitudes des villégiateurs montre certaines divergences par rapport à l'ensemble de la population.

TABLEAU V 1

DIVERGENCES DANS LES HABITUDES DES QUÉBÉCOIS SELON QU'ILS SONT PROPRIÉTAIRES DE RÉSIDENCES DE VILLÉGIATURE OU NON

Activités	Propriétaires de résidence de villégiature (pourcentage)	Population en général (pourcentage)
Voyage principal effectué au Québec	41,7	27,8
Voyage unique d'agrément de plus de 80 kilomètres	17,2	33,2
Pratique de la pêche	45,7	27,8
Pratique de la chasse	20,7	11,

Source: Laterrière (1983)

Il ne fait aucun doute que les villégiateurs ont un meilleur accès à l'eau et à la nature. La même étude montre que leur degré de participation est significativement plus grand pour les activités nautiques (natation, ski nautique, promenade en bateau à moteur), ainsi que pour les excursions en nature.

Bien qu'il soit très difficile de déterminer l'ampleur exacte des dépenses diverses faites par les villégiateurs, certaines études donnent quelques indices.

On estime les dépenses moyennes annuelles d'un villégiateur à 1200 dollars, soit 350 millions de dollars pour l'ensemble du secteur. La répartition de ces dépenses se présente comme suit:

[1] *Marcel Samson, Professeur à INRS-Urbanisation, communication personnelle*

[2] *Par chalet privé, on exclut les chalets appartenant à des organismes privés ou gouvernementaux, comme ceux présents dans les différents parcs.*

TABLEAU V 2

RÉPARTITION MOYENNE DES DÉPENSES DES VILLÉGIATEURS

Entretien et usage de la propriété	34,4 p. 100
Dépenses courantes locales	28,5 p. 100
Amélioration à la propriété	26,3 p. 100
Dépenses diverses	10,8 p. 100

Source: Laterrière (1983)

Les chalets deviennent de plus en plus utilisés tant l'été que l'hiver. Ce phénomène d'hivernation des chalets date de 1960 et tend à s'accentuer par exemple par l'accroissement du nombre de retraités et la plus-value des résidences.

2. LES CARACTÉRISTIQUES DES SITES DE VILLÉGIATURE

Une autre caractéristique de ce secteur se définit par le type d'aménagement réalisé et la superficie des lots de villégiature. Car la dimension des lots de villégiature, surtout ceux en bordure même des plans d'eau, constitue un facteur de densification prédominant en relation avec la capacité de support du milieu. Le tableau V 3 présente quelques données caractéristiques.

TABLEAU V 3

QUELQUES DONNÉES RELATIVES AUX LOTS DE VILLÉGIATURE

Superficie moyenne (pourcentage)	900 à 1 800 mètres carrés
Terrains de plus de 4 000 mètres²	20 p. 100
Terrains de moins de 700 mètres²	20 p. 100
Terrains avec facade sur un plan d'eau	80 p. 100
Largeur moyenne de la façade	30 mètres
Distance moyenne entre le chalet et son plus proche voisin	25 mètres

* *Source: St-Amour (1979)*

Depuis 1982, la norme généralement admise pour les lots non desservis (sans aqueduc ni égout) en bordure des cours d'eau est de 4 000 mètres carrés. En comparant cette norme à la superficie moyenne des terrains du tableau V 3, et au pourcentage (20 p. 100) des terrains de moins de 700 mètres carrés, on comprend mieux l'exploitation intensive des plans d'eau que cause la villégiature.

Les équipements complémentaires et les modes d'utilisation du sol existant sur les lots de villégiature constituent d'autres pressions exercées sur l'environnement. Mentionnons les quais, les empierrements et murs de soutènement, les surfaces gazonnées et le déboisement.

3. LES IMPACTS DE LA VILLÉGIATURE SUR SON ENVIRONNEMENT

Le villégiateur, par ses travaux d'aménagement, altère le milieu et crée de nombreuses perturbations. Cependant, bien que ce phénomène soit relativement bien connu, il est pour le moment impossible d'en quantifier l'importance.

Par exemple, le villégiateur modifie le couvert végétal, par le déboisement de la rive, le gazonnement, et la construction de murs de soutènement. En tenant compte de l'effet multiplicateur généré par le nombre important de villégiateurs qui occupent parfois entièrement le pourtour d'un lac, il n'est pas étonnant de constater que certains liens existant entre les écosystèmes peuvent être brisés et que cette situation puisse conduire à une prolifération d'algues et de plantes aquatiques. L'augmentation de la turbidité et de la charge polluante dans l'eau engendrera alors une diminution de la diversité et de la densité de la faune riveraine et aquatique. Des espèces exigeantes en oxygène (truites, ombles de fontaine, ouananiches) disparaîtront au profit d'espèces beaucoup plus tolérantes (carpes, barbottes).

D'autres actions telles que le nivellement des terrains et le remblayage ont également un effet marqué sur l'écosystème aquatique. Nous retrouvons ainsi dans le lac ou le cours d'eau, non seulement des particules minérales (sable, gravier) mais également des matières organiques, qui recouvrent le lit original du cours d'eau pour y détruire une microfaune et une microflore souvent oubliées mais fort importantes: celles vivant dans le sol et qui servent de sources alimentaires aux consommateurs primaires et secondaires. Ajoutons que les zones de frai et d'alimentation peuvent être entièrement détruites par

de telles actions. La figure V 1 présente certains impacts associés à la présence de chalets autour des lacs.

Les eaux usées provenant de cabinets d'aisance, de la cuisson, du lavage et d'autres usages domestiques contiennent des matières fécales, des matières grasses et des produits chimiques divers pouvant engendrer des problèmes majeurs. La fosse septique permet de réduire de 75 p. 100 le volume original des solides et d'isoler les graisses. Cependant, les eaux résiduelles sont chargées de bactéries,de nitrates et de phosphates. Il faut donc un sol adéquat pour permettre une filtration de ces eaux à la sortie du champ d'épuration. Autrement, on fertilise le lac et on peut s'attendre à une prolifération de plantes aquatiques et d'algues, suivie d'une baisse du taux d'oxygène, sans compter les limitations d'usages et les risques pour la santé causés par la présence de bactéries d'origine fécale.

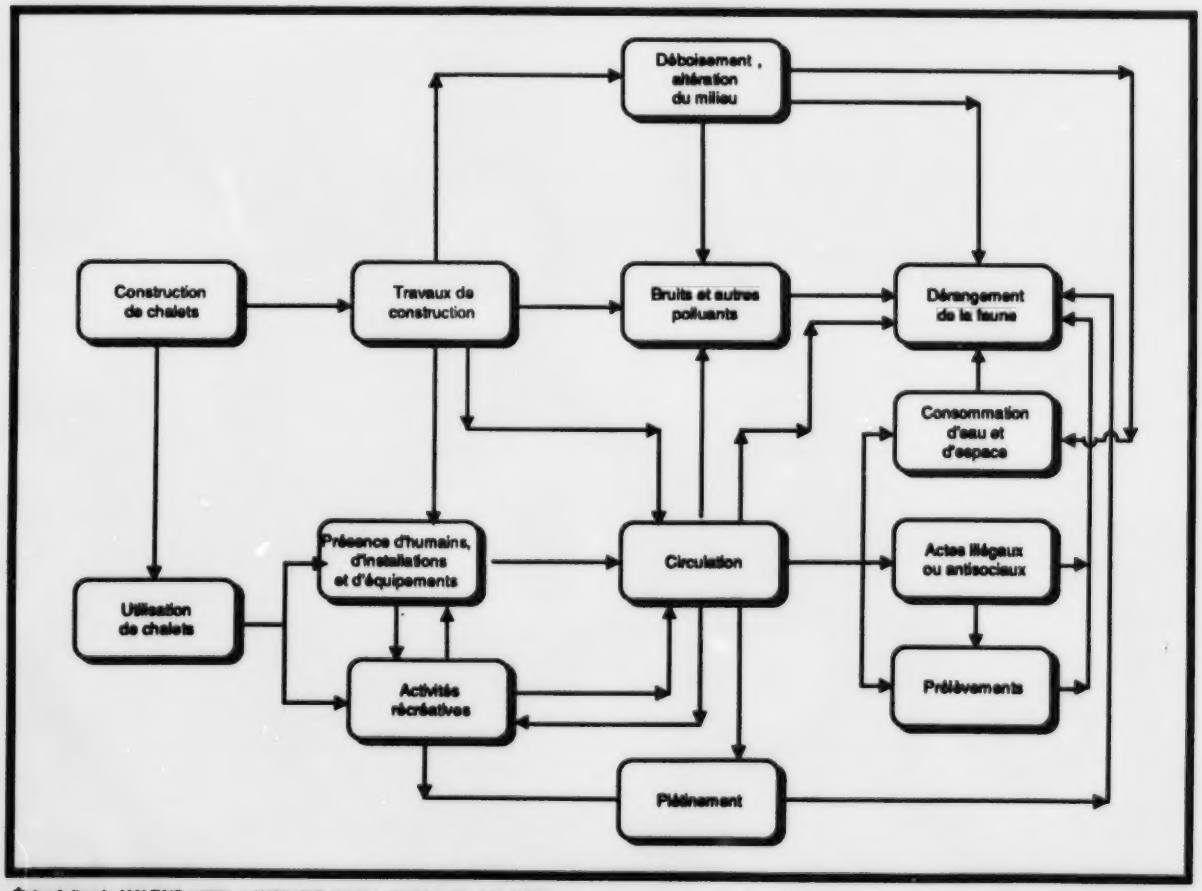
Une étude réalisée en 1979 par le ministère de l'Environnement sur 23 214 chalets, a permis de constater que 82 p. 100 des installations septiques inventoriées étaient des sources occasionnelles ou grossières de pollution (voir tableau V 4).

Les moteurs hors-bord, bien qu'améliorés, sont une source de contamination par leurs déversements d'huile. Les hélices agitent vigoureusement l'eau au point de remettre en suspension les sédiments, surtout dans les eaux peu profondes, et amplifient, par l'action des vagues, l'érosion des rives.

Les pesticides, herbicides, fertilisants pour pelouses et jardins sont autant de produits chimiques susceptibles d'altérer l'équilibre écologique des plans d'eau.

FIGURE V.1

IMPACTS DE LA PRÉSENCE DE CHALETS SUR L'ENVIRONNEMENT



Élaboré d'après MALTAIS (1978) et ANONYME (1978a), dans Lavoie, J. G. (1986).

Le bruit causé par les moteurs hors-bord, les tondeuses à gazon et les automobiles, affecte non seulement la quiétude des villégiateurs, mais il perturbe aussi la faune, partie intégrante de l'écosystème.

La construction de quais en béton ou en roches empêche l'écoulement des eaux de chaque côté. De ce fait, il y a formation de nappes d'eau morte et le processus d'eutrophisation s'accélère inévitablement.

Tableau V4
Qualité des installations septiques au Québec

Classification des installations septiques	Nombre de chalets	Pourcentage
AA	83	0,36
A	4 013	17,29
B	13 213	56,92
C	5 905	25,43
TOTAL:	23 214	100,00

Classe AA: Une installation septique réglementaire qui n'est pas un foyer de pollution.

Classe A: Une installation septique qui possède des vices de construction mais qui n'est pas un foyer de pollution

Classe B: Une installation septique qui possède des vices de construction et qui contribue indirectement ou occasionnellement à la pollution

Classe C: Une installation septique qui possède des vices de construction et qui contribue d'une façon évidente à la pollution.

Ministère de l'Environnement (1979)

4. EN CONCLUSION

La villégiature a un impact non négligeable sur la qualité des écosystèmes lacustres et riverains. Il est à noter que la situation s'est améliorée autour des lacs grâce aux efforts soutenus du Ministère et des associations de protection de l'environnement des lacs.

BIBLIOGRAPHIE

DUGAS, Pierre, 1977. "L'aménagement naturel des lacs consacrés à la villégiature" dans Bulletin de la Société d'animation du Jardin et de l'Institut botanique de Montréal. Montréal 2(3): 42-48.

GOUDREAU, Michel et Benoît GAUTHIER, 1981. Étude sommaire des empiètements sur le littoral québécois. Gouvernement du Québec, Conseil consultatif de l'environnement, 106 pages et 5 annexes.

LATERRIÈRE, Gilles, 1983. La place de la villégiature privée dans les loisirs des Québécois et dans leur vie sociale et économique, Gouvernement du Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 77 pages et 3 annexes.

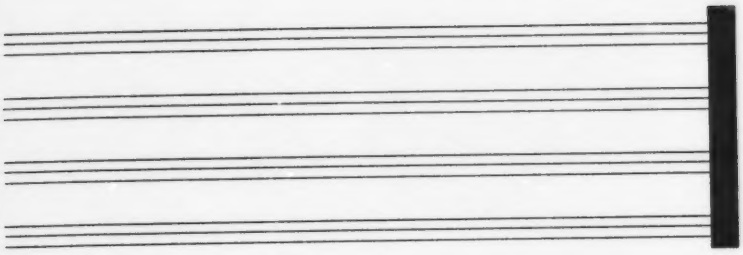
LAVOIE, J.G., 1986. Le développement récréatif: problématique et impacts, Institut de la recherche et l'éducation en matière de conservation, Sainte-Foy (Envirodoq 86-0198)

Ministère de l'Environnement du Québec, 1979. Qualité des installations septiques sur le périmètre des lacs, Programme des lacs, 8 pages.

Ministère des Richesses naturelles, 1978. Portrait socio-économique de la ressource lac du Québec, 33 pages et 3 annexes.

Ministère des Richesses naturelles, 1978. Portrait socio-économique de la ressource lac par région administrative, 173 pages.

St-AMOUR, Jean-Pierre, 1979. La villégiature au Québec: problématique de l'aménagement du territoire, Éditions Asticou, 178 pages



CHAPITRE 7

LA FORÊT

TABLE DES MATIÈRES

7.1	Le milieu forestier	237
	7.1.1 La forêt feuillue	237
	7.1.2 La forêt mixte	238
	7.1.3 La forêt coniférienne	238
7.2	La distribution des terres forestières et le mode de tenure	240
7.3	La polyvalence du milieu forestier	240
7.4	L'exploitation de la forêt	241
	7.4.1 La productivité de la forêt	241
	7.4.2 Les aspects socio-économiques	241
7.5	Les stress environnementaux naturels	242
	7.5.1 Les maladies	242
	7.5.2 Les insectes	242
	7.5.3 Les incendies forestiers	244
	7.5.4 Les agents climatiques	244
	7.5.5 Les animaux	245
7.6	Les stress environnementaux dus à l'homme	245
	7.6.1 Le dépérissement des forêts	245
	7.6.2 L'exploitation forestière	246
7.7	L'état de santé de la forêt	248
7.8	Le renouveau forestier	251
	BIBLIOGRAPHIE	253

LISTE DES TABLEAUX

7.1 Domaines de la forêt feuillue

7.2 Domaines de la forêt mixte

7.3 Domaines de la forêt conifèrienne

7.4 Superficie du territoire forestier selon les régions administratives du ministère de l'Énergie et des Ressources

7.5 Évolution des indicateurs économiques (exploitation forestière)

7.6 Principaux insectes forestiers et leurs méfaits

7.7 Superficies des érablières affectées par le dépérissement en 1985-1986

LISTE DES FIGURES

7.1 Domaines de végétation du Québec méridional

7.2 Évolution de la récolte du bois selon les volumes et les superficies

7.3 Évolution de l'infestation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette

7.4 Incendies forestiers

7.5 Dépérissement des érablières du centre et de l'est du Québec (relevé aérien)

7.6 Reboisement - Arbres plantés selon les régimes de propriété

7.7 Localisation des principaux problèmes liés à la ressource

7.1 LE MILIEU FORESTIER

Ce chapitre présente la forêt non pas simplement comme une source de matière ligneuse, mais avant tout comme un milieu polyvalent, diversifié, affecté autant par des stress naturels que par des interventions humaines. Après une description de l'ensemble de ses composantes, on donne un aperçu synthétique de l'état de santé de la forêt dans diverses régions.

Le milieu forestier s'étend jusqu'au 52°N et couvre près de 50 p. 100 de la superficie du Québec. Il s'agit en gros de la forêt dite commerciale. Les trois zones bioclimatiques, celles de la forêt feuillue, mixte et coniférienne ou boréale, peuvent être subdivisées en douze domaines de végétation, caractérisés par des groupements forestiers stables qui sont en équilibre avec le climat (figure 7.1)

7.1.1 LA FORÊT FEUILLUE

La forêt feuillue couvre près de 104 000 km². Elle s'étend surtout dans les basses-terres du Saint-Laurent, depuis la frontière américaine jusqu'aux environs de La Pocatière, sur la rive sud, et de la Malbaie, sur la rive nord de l'estuaire. À l'ouest, cette zone forestière atteint la région du lac Témiscamingue. C'est le domaine par excellence de l'érable à sucre (tableau 7.1). La faune caractéristique de la forêt feuillue comprend plusieurs espèces: le cerf de Virginie, l'écureuil roux, la mouffette, le lapin à queue blanche et le coyotte. La faune aquatique comprend l'achigan, la barbotte, le crapet, la perchaude, le maskinongé. Ce sont toutes des espèces de poissons dites d'eau chaude. Certaines espèces d'oiseaux caractérisent davantage ce milieu; on peut mentionner, par exemple, le canard huppé, la tourterelle et l'engoulevent bois-pourri.

NOTE AUX TABLEAUX 7.1, 7.2 ET 7.3

Degré-jour de croissance: le degré-jour de croissance (seuil de 5,6 °C) est une mesure cumulative de la quantité d'énergie disponible durant la saison de croissance.

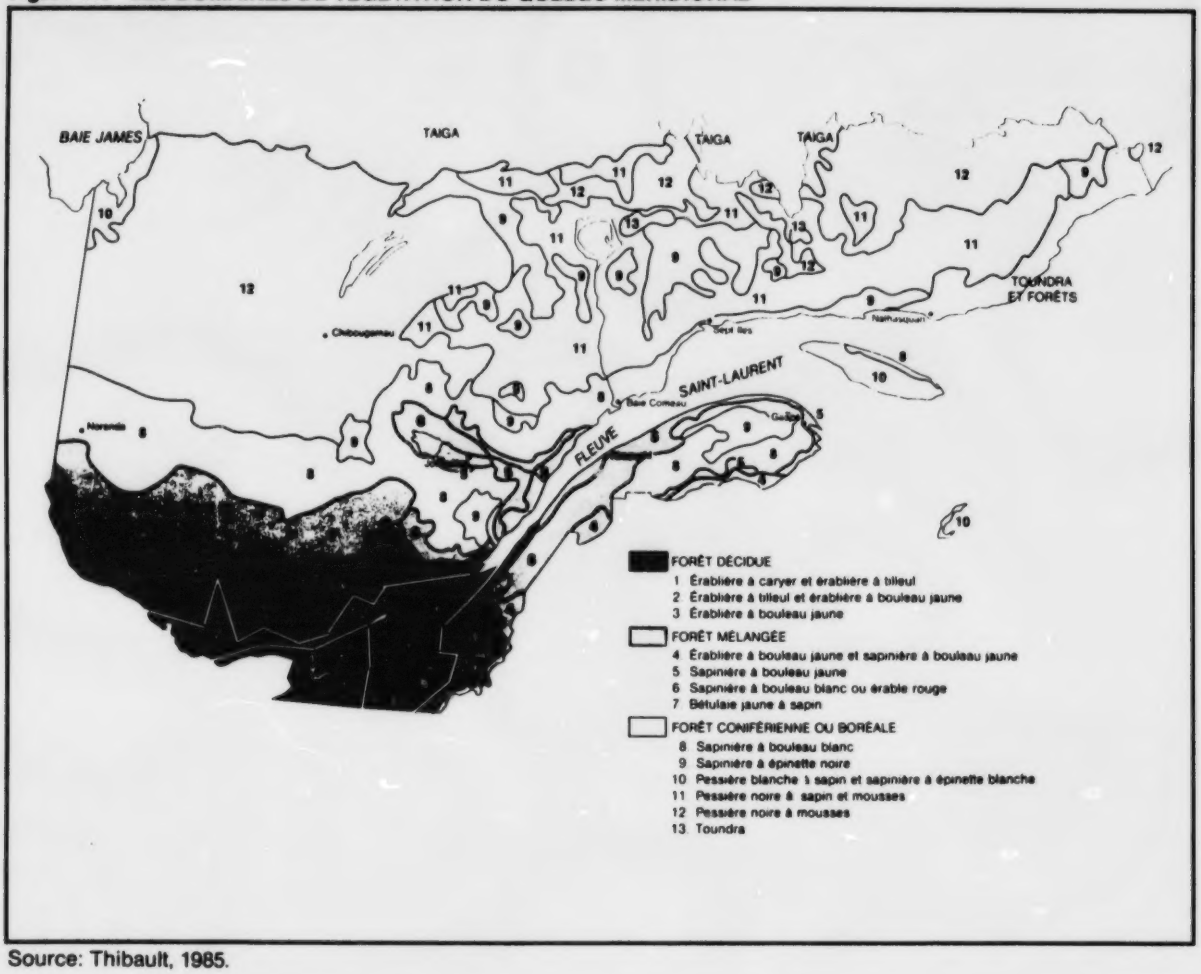
Indice d'aridité: L'indice d'aridité est fonction de la fréquence des déficits d'eau dans le sol. Il est déterminé à l'aide des bilans hydriques et correspond à 100 fois le nombre annuel moyen de mois déficitaires. Les bilans hydriques tiennent compte de tous les apports d'eau atmosphérique et de l'évapotranspiration potentielle.

Tableau 7.1
Domaines de la forêt feuillue

No des domaines	Domaines	Superficie (km2)	Degrés-jours de croissance ° C	Indices d'aridité	Répartition géographique	Occupation du sol	Remarques
1	Érablière à caryer et érablière à tilleul	11 000	1 830 à 2 000 et plus	225 à 250	Partie des basses-terres du Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais	Fortement urbanisé et utilisé pour l'agriculture. Regroupe les meilleures terres du Québec issues de la mer de Champlain, Il ne reste que quelques lambeaux de forêt.	Érablière à caryer sur les sols les plus fertiles et souvent calcaires de la plaine. Érablière à tilleul sur les sols modérément riches de la plaine et des collines Quelques îlots d'érablière noire et de chênaie bicolore subsistent.
2	Érablière à tilleul et érablière à bouleau jaune	36 000	1 560 à 1 860	100 à 225	Partie des basses-terres du Saint-Laurent et des basses-terres appalachiennes.	L'agriculture occupe la majeure partie des terres. Les forêts sont jeunes pour la plupart.	Érablière à tilleul à l'ouest sur station mésique. Érablière à bouleau jaune, à l'est sur stations similaires (piedmont appalachiens)
3	Érablière à bouleau jaune	58 000	1 220 à 1 860	75 à 225	De la cuvette du lac Témiscamingue jusqu'à la Malbaie à l'est. Au sud, il couvre une partie de l'Estrie et la Beauce	Les forêts jeunes et mûres se retrouvent en proportion à peu près égale.	Le tilleul, le hêtre et le sapin contribuent à la distribution de quatre sous-domaines différents.

Source: Ministère de l'Énergie et Ressources, 1987.

Figure 7.1 LES DOMAINES DE VÉGÉTATION DU QUÉBEC MÉRIDIONAL



Source: Thibault, 1985.

7.1.2 LA FORÊT MIXTE

La forêt mixte apparaît comme une zone transitoire entre la forêt feuillue et la forêt coniférienne dense. Elle couvre près de 101 000 km² et s'étend surtout entre les latitudes 47 et 48°N à l'ouest; à l'est, elle comprend la cuvette du lac Saint-Jean, la majorité des terres de la côte sud et seulement une étroite zone ceinturant la péninsule gaspésienne (tableau 7.2). La faune y est abondante et variée. On y trouve sensiblement les mêmes mammifères que dans la forêt résineuse, plus particulièrement l'écureuil roux et le lièvre, mais habituellement en densité plus importante. De plus, le cerf de Virginie fréquente la forêt mixte dans le Bas-Saint-Laurent, en Gaspésie et à l'Île d'Anticosti. La partie est comprend la majorité des populations pures d'omble de fontaine ou truite mouchetée, le touladi et la plupart des rivières à saumon atlantique. La faune avienne comprend entre autres la gélinotte huppée, le gros-bec errant, la mésange à tête noire.

7.1.3 LA FORÊT CONIFÉRIENNE

La zone de la forêt coniférienne, aussi appelée forêt boréale, couvre 575 000 km², soit près des trois quarts de tout le territoire forestier d'importance économique s'étendant au nord, jusque vers le 52°N de latitude. Elle constitue le principal réservoir de fibres de l'industrie forestière (tableau 7.3).

Les onguliés forment une partie importante de

sa faune (orignal et caribou à la frontière septentrionale), et l'accumulation plus importante de neige au sol permet à plusieurs petits mammifères d'y hiverner. On y retrouve aussi le lynx, le pécan et la martre. Les eaux abritent une grande variété de poissons: omble de fontaine et touladi du côté de l'Atlantique; grand brochet, corégone et omble chevalier à l'ouest. La population avienne compte des espèces endémiques telles que le pic à dos noir, la fauvette à couronne rousse, le geai gris, le tétras des savanes, etc.

Tableau 7.2
Domaines de la forêt mixte

No des domaines	Domaines	Superficies (km2)	Degrés-jours de croissance ° C	Indice d'aridité	Répartition géographique	Occupation du sol	Remarques
4	Érablière à bouleau jaune et sapinière à bouleau jaune	12 000	1 220 à 1 440	100 à 220	Partie des Appalaches	Le quart de la superficie est défrichée ou en culture. Le reste du territoire est principalement colonisé par des forêts mûres.	Les stations mésiques regroupent autant d'érablières à bouleau jaune que de sapinières à bouleau jaune.
5	Sapinière à bouleau jaune	28 000	1 000 à 1 440	50 à 225	Majeure partie des terres de l'est de la province faisant la transition entre le domaine de l'érablière à bouleau jaune et la sapinière à bouleau blanc.	Moins du dixième de la superficie est défrichée. L'agriculture est marginale. Les jeunes forêts sont deux fois plus importantes que les forêts mûres.	Le climat est plus humide que dans les autres domaines de la forêt mélangée. Meilleur potentiel pour la production du bouleau jaune et des épinettes.
6	Sapinière à bouleau blanc ou à érable rouge	11 000	1 110 à 1 440	50 à 175	Basses-terres de la plaine du lac Saint-Jean et collines du bas Saguenay.	Majorité des forêts sont jeunes, le reste du territoire est en régénération.	Le climat et la nature des dépôts de la plaine expliquent la différence notée avec le domaine "5" de la sapinière à bouleau blanc.
7	Bétulaie jaune à sapin	50 000	1 220 à 1 390	75 à 150	Réservoir Cabonga Lac Nominingue Lac Kempt	40% de forêts mûres. 40% de forêts jeunes. 20% en régénération et coupe totale.	Le climat, qui paraît plus sec que dans les régions montagneuses du massif des Laurentides, pourrait expliquer la dominance du bouleau jaune sur le sapin

Source: Ministère de l'Énergie et Ressources, 1987.

Tableau 7.3
Domaines de la forêt coniférienne

No des domaines	Domaines	Superficies (km2)	Degrés-jours de croissance ° C	Indice d'aridité	Répartition géographique	Occupation du sol	Remarques
8	Sapinière à bouleau blanc	108 000	880 à 1 330	-50 à 150	Dépression du lac Saint-Jean. Massif des Laurentides. Partie de la Vallée du Saint-Laurent.	40% en jeune forêt. 20 à 25% en forêt mûre. 30% en coupe totale, en régénération ou brûlis.	Sapinière à bouleau blanc sur les sites mésiques. Les groupements de transition aident à distinguer plusieurs régions écologiques.
9	Sapinière à épinette noire	55 000	-880 à 1 000	-50 à 100	Hautes-terres des Monts Notre-Dame et du massif des Laurentides. Altitude supérieure à 700 m.	Forêts mûres plus de 60%. Jeunes forêts 10 à 15%. Brûlis, terres en régénération et coupes totales 15%. Le reste est en terres dénudées humides.	Paysage dominé par les sapinières et les pessières noires
10	Pessière blanche à sapin et sapinière à épinette blanche	11 000	880 à 1 330	-	Île d'Anticosti Îles-de-la-Madeleine Baie de Rupert	85% forêts mûres. 15% brûlis, coupe totale, forêts jeunes ou en régénération.	Le climat plus humide, dénote une influence maritime.
11	Pessière noire à sapin et mousses	131 000	670 à 940	-50 à 75	Transition entre les basses-terres du Nord-ouest et les hauts sommets des Laurentides. Altitude varie de 300 à 600 m.	65% en forêt mûres. 20% en brûlis et terres en régénération. 15% jeunes forêts et terrains dénudés.	Les précipitations estivales sont plus élevées qu'à l'ouest.
12	Pessière noire à mousse	270 000	670 à 1 170	-50 à 100	Nord-ouest du lac Saint-Jean.	40% forêt mûre. 20% terrains dénudés et semi-dénudés secs. 30% forêts jeunes, en régénération et brûlis. 10% terres dénudés humides et coupe totale.	Il couvre le tiers de la forêt commerciale au sud du 52 ° degré nord. Landes sèches et tourbières couvrent 25% de la superficie.

Source: Ministère de l'Énergie et Ressources, 1987.

7.2 LA DISTRIBUTION DES TERRES FORESTIÈRES ET LE MODE DE TENURE

Les forêts du Québec sont partagées en trois modes de juridiction. La majeure partie est sous contrôle provincial, avec 84,9 p. 100; viennent ensuite les forêts privées avec 14,7 p. 100 et le territoire forestier fédéral avec 0,3 p. 100 (tableau 7.4).

Le territoire forestier sous juridiction provinciale comptait plusieurs tenures: concessions forestières, forêts domaniales, terrains vacants et stations forestières; cependant, depuis le 1er avril 1987, la nouvelle Loi sur les forêts (L.Q., 1986, chap. 108, adoptée le 19 décembre 1986) a aboli toutes ces tenures provinciales pour les remplacer par des "forêts du domaine public".

Tableau 7.4
Superficie du territoire forestier selon les régions administratives du Ministère de l'Énergie et Ressources

	Territoire				Terrains forestiers productifs accessibles			
	Fédéral km2	Québécois km2	Privé km2	Total km2	Fédéraux km2	Québécois km2	Privés km2	Totaux km2
01 Bas-Saint-Laurent-Gaspésie	277	27 470	15 371	43 118	252	24 873	10 546	35 673
02 Saguenay-Lac Saint-Jean	52	159 885	6 143	166 080	31	125 343	3 333	128 707
03 Québec	243	12 461	21 578	34 282	202	11 029	12 984	24 215
04 Trois-Rivières	590	36 639	14 101	51 330	509	30 328	7 810	38 647
05 Estrie	—	598	12 829	13 427	—	566	7 482	8 048
06 Montréal	214	9 367	18 386	27 967	85	8 172	6 927	15 184
07 Outaouais	473	46 519	10 586	57 539	387	38 862	7 287	46 536
08 Abitibi-Témiscamingue	519	127 431	11 780	139 730	315	87 115	6 483	93 913
09 Côte-Nord	280	228 637	1 924	230 841	240	156 439	1 335	158 014
TOTAL	2 648	649 018	112 648	784 314	2 041	482 727	64 189	548 937

Source: Ministère de l'Énergie et Ressources, 1987 a.

7.3 LA POLYVALENCE DU MILIEU FORESTIER

Le milieu forestier supporte non seulement une des matières premières les plus importantes au Québec, la matière ligneuse, mais il est de plus l'habitat d'une faune diversifiée. Il présente une grande variété de paysages, joue un rôle de premier plan dans la préservation des ressources renouvelables et se prête à de multiples activités économiques et récréatives.

Au Québec, on retrouve plus de 480 espèces de vertébrés (amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères), sans compter les poissons. Chacune de ces espèces a des exigences particulières d'habitats et de nourriture. Pour près du tiers d'entre elles, le milieu forestier joue un rôle capital pour la satisfaction de leurs besoins vitaux. Cette faune dans le milieu forestier génère plusieurs activités de prélèvement et d'observation.

On retrouve également en milieu forestier, tant du domaine public que privé, un grand nombre d'infrastructures récréo-touristiques. Que l'on pense aux centaines de kilomètres de pistes de randonnée, de motoneige ou de ski de fond, aux équipements de camping ou aux bases de plein air, aux réserves, pourvoiries et parcs, ainsi qu'aux milliers d'habitations de villégiature en bordure des lacs et rivières du Québec.

Le milieu forestier constitue une source de formation et d'initiation inestimable à la nature pour le public, que ce soit par le biais de réserves écologiques, de centres d'interprétation de la nature ou des centres éducatifs forestiers.

On évalue à 2,5 millions le nombre de Québécois qui fréquentent le milieu forestier chaque année pour se livrer à des activités de chasse, de pêche ou de plein air.

La présence et la coexistence sur un même territoire de plusieurs ressources et activités sont souvent des causes de tension, voire même d'incompatibilité et de conflits. En plusieurs endroits, on a vu des activités entrer en compétition et même, dans certains cas, l'activité de récolte de la matière ligneuse causer une altération grave à une autre ressource et à son potentiel. Par exemple, la qualité de certains lieux de villégiature, habitats fauniques ou rivières poissonneuses a pu être altérée par manque de précaution dans la réalisation des coupes.

Des mesures énergiques en matière de prévention et de protection environnementales doivent être maintenues pour assurer le respect des différentes ressources et fonctions du milieu forestier.

7.4 L'EXPLOITATION DE LA FORÊT

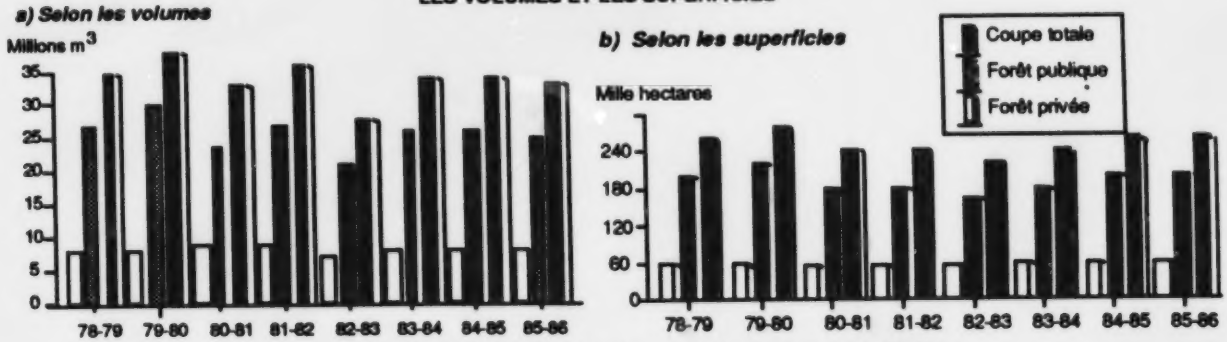
7.4.1 LA PRODUCTIVITÉ DE LA FORÊT

Le caractère renouvelable de la ressource forestière fait que l'on peut extraire annuellement un volume de bois équivalent à son accroissement annuel. Avant le 1er avril 1987, le MER avait garanti aux entreprises forestières des approvisionnements de quelque 31 millions de mètres cubes pour les essences résineuses. Or, compte tenu des pratiques de récolte et d'aménagement, ainsi que de l'impact de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, la forêt du domaine public ne pouvait produire annuellement que 18 millions de mètres cubes ou, au maximum, 21 millions de mètres cubes, en incluant la partie la plus nordique du territoire. Il y avait donc un écart important entre la capacité réelle de production de la forêt et les garanties d'approvisionnement octroyées aux entreprises. Cette situation se devait d'être corrigée.

Par ailleurs, du point de vue de la récolte, les entreprises forestières et les propriétaires de boisés ont extrait, en 1985-1986 et pour toutes les essences, un volume de l'ordre de 33 millions de mètres cubes, soit 25 millions en forêt publique et 8 millions en forêt privée sur respectivement 200 000 et 60 000 ha (figure 7.2).

Il faut noter que le Québec accuse un certain retard vis-à-vis de la Finlande au chapitre de la sylviculture. S'il est vrai que nos parcs totalisent 54 millions d'hectares contre 20 millions pour la Finlande, notre forêt ne peut produire plus de 25 millions de mètres cubes par année contre 46 millions pour la Finlande. Cela correspond pour le Québec à un rendement de 0,87 mètre cube à l'hectare contre 2,4 mètres cubes à l'hectare pour la Finlande. L'objectif québécois à court terme serait de 1,2 mètre cube. (Au fil du bois, 1988).

FIGURE 7.2
ÉVOLUTION DE LA RÉCOLTE DU BOIS SELON LES VOLUMES ET LES SUPERFICIES



Source:Estimation de la Fédération des producteurs de bois du Québec

7.4.2 LES ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Les activités reliées à l'aménagement forestier sont nombreuses et ont d'importantes retombées pour le Québec. Du point de vue économique, les industries de transformation du bois constituent le secteur manufacturier le plus important au Québec en engendrant 14 p. 100 des emplois directs, 15 p. 100 des salaires, 18 p. 100 des exportations et 38 p. 100 du produit intérieur brut. Ce secteur se classe au premier rang pour la valeur des exportations avec plus de 4 milliards de dollars en 1985. La valeur totale de la production en 1984 était, pour sa part, de 9 milliards de dollars.

Le secteur forestier dans son ensemble génère près de 200000 emplois (directs, indirects, induits). Il compte 57 usines de pâtes et papiers, au-delà de 1000 usines de sciage et autant d'établissements dans différents types de transformation du bois (bardeaux, contreplaqués, bois de chauffage, etc.). Plus d'une centaine de municipalités vivent presque exclusivement des activités reliées à la forêt. En 1984, en forêt seulement, quelque 11000 travailleurs ont trouvé un emploi. Ils ont reçu près de 250 millions de dollars en salaire (tableau 7.5).

À lui seul, le programme de régénération artificielle des forêts du Québec, qui prévoit la mise en terre annuelle de 250 millions de plants en 1989, sera à l'origine de près de 5000 emplois annuellement. Il se développe, au Québec, une véritable industrie de la culture des forêts. L'entreprise privée et les coopératives forestières sont associées à cette expansion pour la production de plants en pépinières, l'exécution de travaux sylvicoles, la mise en terre des plants, etc.

Tableau 7.5
Évolution des indicateurs économiques (exploitation forestière)

Années	Emploi total	Salaires (milliers de dollars)	Valeur de la production (milliers de dollars)
1970	14 815	109 057	329 016
1975	17 288	207 430	475 720
1980	11 575	221 552	695 183
1981	11 257	253 810	841 651
1982	8 994	204 828	777 350
1983	9 881	230 564	850 412
1984	10 279	243 245	437 232

Source: Statistique Canada (25-201)

7.5 LES STRESS ENVIRONNEMENTAUX NATURELS

Les maladies, les insectes, le feu, le vent, le verglas, la neige et les animaux sont tous des agents qui influencent la croissance et le renouvellement de la forêt.

7.5.1 Les maladies

La maladie qui frappe un arbre peut être due à plusieurs facteurs dont le vieillissement, de mauvaises pratiques sylvicoles (causant un ensoleillement soudain et prononcé et une modification brusque et forte de l'humidité du sol), les incendies (causant des carences ou des surplus de certains éléments nutritifs) et les caries (causées par les champignons). Les chancres et le pourridié agaric sont deux maladies importantes causées par des champignons qui profitent de blessures. La première s'attaque aux troncs et la deuxième aux racines de presque toutes les essences. À ces maladies, s'en ajoutent d'autres, moins fréquentes, causées par des nématodes, des bactéries et des virus.

Plusieurs autres maladies nuisent dans une moindre mesure à la santé des arbres des forêts naturelles et des plantations; une surveillance constante est nécessaire pour contrôler et réduire les dommages.

7.5.2 Les insectes

Les insectes ravageurs ou nuisibles peuvent s'attaquer à toutes les parties de l'arbre. Certains rongent le feuillage; d'autres, l'intérieur des rameaux, des branches, du tronc et des racines; d'autres encore aspirent la sève. Tous ces dommages affaiblissent l'arbre quand ils ne le tuent pas en l'exposant aux agents de carie. Enfin, les insectes peuvent ralentir la croissance et retarder la cicatrisation des blessures de toute origine, ouvrant encore la voie aux agents de caries.

Pour se multiplier, les insectes ont besoin d'abris propices et d'une abondante nourriture. Généralement, une épidémie d'insectes évolue parallèlement au développement de la forêt: lorsque celle-ci arrive à maturité, les insectes pullulent et la détruisent, puis ils disparaissent lorsque la vieille forêt est remplacée par une forêt plus jeune et vigoureuse. Cependant, lors de la dernière épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, on a vu de jeunes peuplements attaqués. De même la livrée des forêts s'attaque à des arbres de tout âge.

Certaines coupes forestières peuvent influencer et accroître les risques d'infestation en laissant sur le parterre de coupe des arbres surâgés, décadents, difformes et des essences qui ne permettent pas l'établissement d'une jeune forêt vigoureuse et saine. Un autre problème causé par les coupes à blanc sur de grandes superficies est d'entraîner la régénération de forêts dont la totalité des arbres parviennent en même temps à maturité.

Le plus important défoliateur au Québec est la tordeuse des bourgeons de l'épinette. L'épidémie présentement en cours est la troisième en moins d'un siècle que subissent nos forêts de résineux (sapins, épinettes). Elle a détruit quelque 200 millions de mètres cubes de bois depuis son apparition au cours des années 60, faisant perdre près de 10 ans de récolte. L'épidémie a traversé tout le Québec d'ouest en est. Heureusement, elle connaît depuis quelques années un ralentissement marqué (figure 7.3). Même si des baisses sensibles des populations de la tordeuse se sont manifestées principalement à l'ouest et au centre du Québec, l'infestation demeure particulièrement virulente dans la région de la Côte-Nord et dans une moindre mesure dans plusieurs secteurs de la péninsule gaspésienne et de la région au nord de Trois-Rivières.

FIGURE 7.3

ÉVOLUTION DE L'INFESTATION DE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE

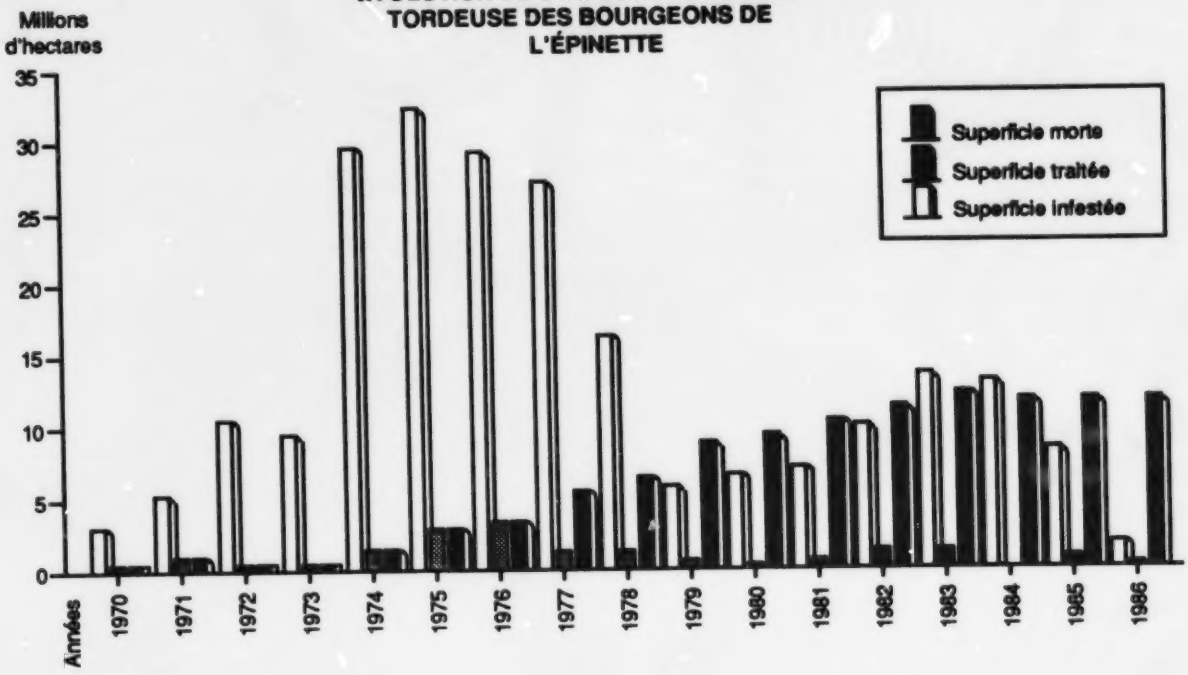


Tableau 7.6
Principaux insectes forestiers et leurs méfaits

Insectes	Hôtes	Superficies infestées en 1985 (1 000 hectares)	Superficies infestées (1 000 hectares)		Lieux d'infestation en 1987
			1986	1987	
Tordeuse des bourgeons de l'épinette	SAPIN*, épinette	9 260	2 830	1 041	Bas-Saint-Laurent, Gaspésie, Côte-Nord
Livrée des forêts	PEUPLIER, bouleau à papier, aulne rugueux, érable à sucre, pin gris	190	570	908	Abitibi-Témiscamingue
Arpenteuse de Bruce	ÉRABLE À SUCRE	1,0**	87,1	3,0	Montréal, Outaouais
Spongieuse	CHÊNE ROUGE ET BLANC, peuplier faux tremble, peuplier à grandes dents, tilleul, érable à sucre	0,2	5,2	1,5	Centre et ouest du Québec
Tordeuse du tremble	PEUPLIER FAUX-TREMBLE	sporadique	13,0	205	Saguenay Lac-Saint-Jean Côte-Nord
Mineuse serpentine du tremble	peuplier faux-tremble, peuplier baumier	11,75	32,4	——	Gaspésie, Côte-Nord

Source: Ministère de l'Énergie et des Ressources, 1986, 1987 et 1988

* Les essences soulignées sont considérées comme les hôtes principaux de l'insecte.
** Superficie obtenue par relevé terrestre.

Les cinq insectes les plus nuisibles répertoriés au Québec sont indiqués au tableau 7.6. Les superficies infestées par ces insectes défoliateurs représentaient environ 3 158 990 ha en 1986. Au total, une trentaine d'insectes ont une influence sur l'état de nos forêts.

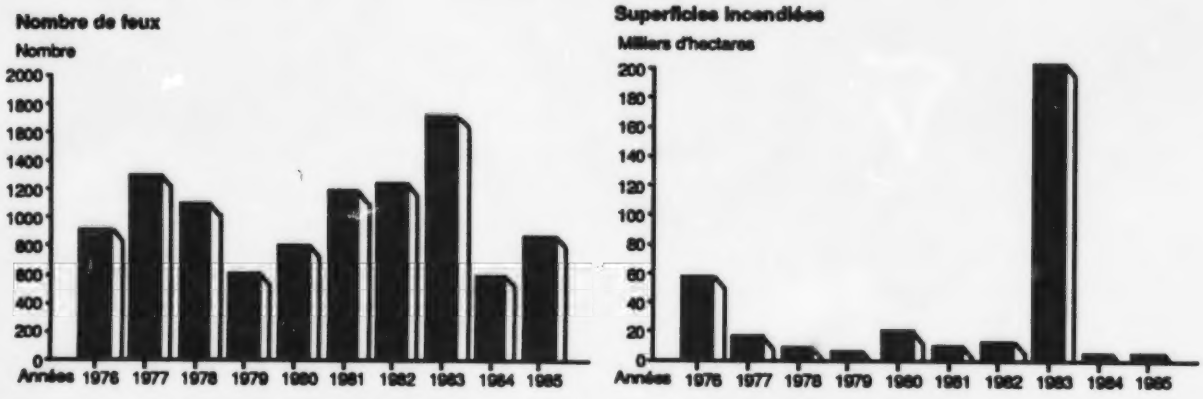
7.5.3 Les incendies forestiers

Les incendies forestiers sont responsables de l'installation de nombreux peuplements d'épinette noire, de bouleau à papier, de pin gris, de peuplier faux-tremble, de pin blanc, de bouleau jaune et de pin rouge. Ils peuvent détruire la forêt, mais le plus souvent, ils viennent compléter la destruction entamée par les maladies, les insectes, le vent et l'homme.

Le feu peut avoir différents comportements. Le feu de surface, ordinairement allumé par l'homme, se propage par radiation, à cause d'un dégagement considérable de chaleur et de flamme. Il consume la litière, la végétation herbacée, les arbustes et peut enflammer la cime des arbres. Un feu de cime se concentre dans le faîte des arbres où il brûle feuilles et branches en passant d'une cime à l'autre. Vents et pentes sont les principaux agents de cette propagation. Le feu de profondeur brûle sous la surface du sol, à la suite d'un feu de surface. Il demeure en latence parfois de longs mois dans la matière organique peu décomposée pendant une période de sécheresse. Outre la caractéristique de prendre différentes formes, le feu peut s'étendre sur des superficies plus ou moins grandes. C'est lorsque le feu brûle tout sur de grandes superficies qu'il est le plus néfaste à la régénération, au sol, à la faune et à l'eau.

Au cours des dix dernières années, il est survenu en moyenne 1000 incendies forestiers par année qui ont détruit près de 350 km² de forêt. La figure 7.4 en donne l'évolution.

Figure 7.4
Les incendies forestiers



7.5.4 Les agents climatiques

En plus d'être responsables de la distribution des végétaux, certains agents, comme le vent, le verglas et la neige peuvent contribuer localement à perturber et modifier le couvert forestier.

Un peu comme le feu, le vent ne vient souvent causer des dommages que là où d'autres agents naturels ont passé, laissant sur pied des arbres morts ou affaiblis. En tombant, ces arbres endommagent souvent ceux qui réussissent à rester debout, créant autant de portes d'entrée à la maladie et à certains insectes qui se multiplient mieux en peuplement ouvert.

Il est courant de voir des branches d'arbres et même des arbres pliés ou rompus sous le poids du verglas et de la neige. Ces dommages sont beaucoup plus fréquents chez les arbres morts, décadents, mûrs ou surâgés, ou chez les jeunes arbres croissant en peuplements denses, soudainement dégagés ou fortement éclaircis. On observe souvent de la carie à l'endroit de la cassure. Ces arbres et ces branches en tombant endommagent leurs voisins et créent ainsi des portes d'entrée à la maladie et à certains insectes.

Il y a occasionnellement des gelures printanières, par suite du développement précoce des nouvelles pousses. Ce fut notamment le cas dans la plupart des plantations de sapin et d'épinette en 1986.

7.5.5 Les animaux

Les animaux peuvent également avoir un impact sur le milieu forestier, par exemple en dépouillant certains troncs et les racines de leur écorce, en se frottant à celle-ci ou en la dévorant. Ils peuvent nuire à la forêt existante ou à sa régénération.

7.6 LES STRESS ENVIRONNEMENTAUX DUS À L'HOMME

7.6.1 LE DÉPÉRISSEMENT DES FORÊTS

Le dépérissement d'essences forestières n'est pas un phénomène nouveau. Dès 1927, on remarquait le dépérissement du frêne; ce fut ensuite le tour du bouleau à papier et du bouleau jaune, de 1937 à 1960. Le hêtre et la pruche ont également été touchés à un moment ou à un autre. Cependant, aujourd'hui, nous notons le dépérissement de la forêt dans son ensemble et plus particulièrement dans les peuplements feuillus. De plus en plus, les recherches tendent à démontrer que le dépérissement actuel des érablières est dû, directement ou indirectement, à la pollution atmosphérique, qui a les conséquences suivantes sur l'écosystème forestier:

- perturbation du cycle nutritif de l'arbre;
- pluviolessivage accru;
- décomposition plus lente de la matière organique;
- altération plus rapide de la roche-mère;
- perte d'éléments nutritifs du sol.

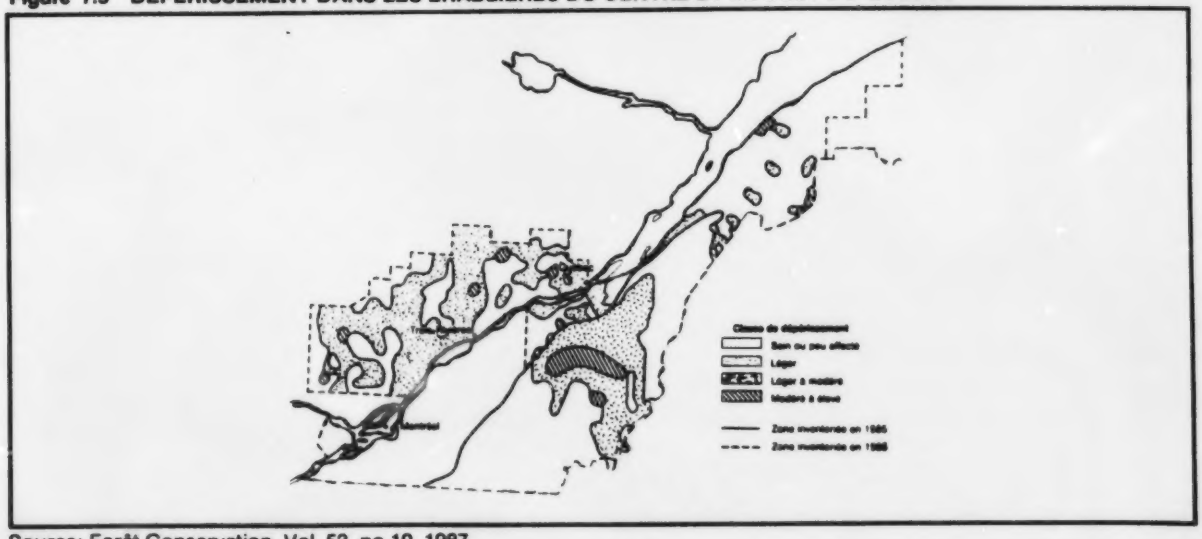
Pour expliquer en gros le processus, on peut dire que les polluants atmosphériques agissent sur la couverture supérieure du feuillage pour enlever des feuilles les ions potassium et phosphore. Comme cette perte n'est pas compensée par un plus grand apport au niveau des racines, il y a alors déséquilibre du bilan nutritif de l'arbre. En plus, le potassium jouant un rôle primordial dans le contrôle de la respiration de l'arbre, ce dernier est beaucoup plus sensible aux problèmes de sécheresse, aux carences nutritives, puis aux insectes et aux maladies. En effet, les principaux symptômes remarqués sont:

- la coloration hâtive du feuillage;
- le décollement de l'écorce;
- la disparition des feuilles des ramilles du sommet des arbres;
- la forte diminution de la croissance;
- l'absence de cicatrisation des blessures d'entailles.

Il a été observé que ce sont les érablières les plus pauvres, soit celles qui sont situées au sommet ou dans le bas des pentes et qui présentent des problèmes de drainage, qui sont les plus touchées. La figure 7.5 et le tableau 7.7 présentent le résultat des inventaires aériens effectués en 1985 et 1986.

Il n'est pas possible actuellement d'évaluer avec précision l'impact du dépérissement de l'érablière sur la production des produits de l'érable ni sur la production de la matière ligneuse. Cependant, plusieurs producteurs ont déjà enregistré des baisses de production de sirop d'érable; des propriétaires de sucreries ont dû fermer leurs portes, et les données disponibles soulignent une baisse de l'accroissement du volume ligneux et, dans certains cas, une perte de volume.

Figure 7.5 DÉPÉRISSEMENT DANS LES ÉRABLIÈRES DU CENTRE ET DE L'EST DU QUÉBEC



Source: Forêt Conservation, Vol. 53, no 10, 1987.

Tableau 7.7
Superficie des érablières affectées par le dépérissement en 1985-1986

Régions administratives du MER	Classe de dépérissement									
	Sain ou peu affecté		11 à 25% du feuillage manquant		26 à 50% du feuillage manquant		51% et plus du feuillage manquant		Total	
	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
Bas-Saint-Laurent et Gaspésie	90 136	84,3	17 560	13,9	3 367	1,5	372	0,3	111 827	100%
Québec	130 621	42,3	171 778	50,7	22 962	6,4	2 473	0,5	327 834	100%
Trois-Rivières	49 890	35,3	88 893	60,8	5 823	7,7	745	1,2	145 351	100%
Estrie	155 738	68,1	66 275	29,0	5 036	2,2	1 628	0,7	228 677	100%
Montréal	160 634	59,3	170 255	38,2	7 781	2,1	841	0,4	339 511	100%
Outaouais	1 644	95,3	81	4,7	---	---	---	---	1 725	100%
Total	588 663	51,6	514 862	43,9	44 969	4,0	6 431	0,5	1 154 925	100%

* Pour obtenir une évaluation pour l'ensemble du Québec, il faudrait ajouter les résultats des relevés aériens de 1987 et 1988

Source: Ministère de l'Énergie et des Ressources 1986 et Service Canadien des Forêts 1987

7.6.2 L'EXPLOITATION FORESTIÈRE

Impact sur l'eau

L'exploitation de la forêt peut avoir des impacts sur les milieux riverains et aquatiques. Signalons en particulier que l'utilisation de machinerie lourde à proximité des cours d'eau peut altérer les rives et, par voie de conséquence, la qualité de l'eau. De plus, la récolte d'arbres par une méthode inappropriée peut aussi causer l'érosion des sols et une dégradation des plans d'eau.

La perturbation la plus importante de la ressource eau par l'utilisation de la forêt à des fins commerciales provient certainement du flottage du bois. Le flottage était, au début de l'industrie forestière, le seul moyen d'acheminer le bois jusqu'aux usines de transformation. À cette époque, le moindre petit ruisseau situé à proximité du parterre de coupe était utilisé pour flotter le bois. Aujourd'hui, avec le développement de la voirie forestière et de la mécanisation des opérations, les ruisseaux ne sont plus utilisés, et lorsque le flottage est encore nécessaire, le bois est transporté par camions jusqu'à une rivière relativement importante. Signalons enfin que des études ont montré que l'utilisation du camion dans certains secteurs pour acheminer le bois pourrait avoir, par la concentration du camionnage, des impacts environnementaux négatifs tout aussi importants que le flottage, sinon plus.

Au cours des dernières années, la quantité de bois flotté sur les rivières du Québec a considérablement diminué. En 1983, il n'y avait plus que 5 millions de mètres cubes de bois flottés sur une dizaine de rivières du Québec (distance moyenne de 240 km en 1983).

Impact sur les sols

Pour avoir accès à la ressource forestière, il existe actuellement tout un réseau de chemins forestiers d'une longueur de quelque 6 000 km. Ce réseau permet de maximiser les investissements effectués tant par les industries forestières que par le Gouvernement. En effet, le réseau de pénétration du territoire forestier permet, bien sûr, la récolte de la matière ligneuse, mais il permet aussi d'assurer la détection et la protection contre le feu, les insectes nuisibles et les maladies des arbres. Ce réseau permet également la réalisation de travaux de sylviculture dont le reboisement, de même que l'utilisation du territoire forestier public à des fins récréatives et de villégiature.

Cependant, on peut déceler les effets de ce réseau sur l'environnement jusqu'au coeur du milieu forestier. En effet, ces voies de pénétration constituent des corridors artificiels dans un milieu naturel. La construction des routes entraîne souvent des apports de matériaux, la compaction des sols et, par voie de conséquence, la perturbation des petits cours d'eau.

De même, un drainage insuffisant du réseau routier peut occasionner l'ensablement des cours d'eau.

L'exploitation forestière, de son côté, entraîne parfois la compaction des sols et l'altération de l'humus, à cause principalement de la machinerie lourde utilisée et des aires d'empilement du bois. Ces altérations des sols favorisent l'érosion et nuisent à la régénération en essences désirées.

Impact sur la faune

Plusieurs activités liées à l'exploitation forestière modifient de façon significative le couvert forestier. Ces activités peuvent avoir des impacts sur la faune, en particulier, sur son habitat et sa nourriture. De même des modifications du milieu forestier peuvent entraîner, pour certaines espèces, un stress important. Heureusement, plusieurs espèces s'accommodent bien des autres pratiques sylvicoles. C'est le cas, notamment, pour l'orignal, le cerf, le lièvre ou la gélinotte huppée, qui abondent là où il y a présence d'ouvertures et de jeunes pousses.

La récolte des peuplements forestiers mûrs assure une diversification du milieu et un rajeunissement des forêts. Cependant, ces modifications du milieu forestier doivent être planifiées et être exécutées selon des normes d'intervention appropriées, afin de permettre à la faune de s'adapter à ces changements.

Impact sur la forêt elle-même

Le principal problème forestier au Québec dont l'homme est responsable est, sans aucun doute, la difficulté de régénération forestière en essences désirées. En effet ses coupes à blanc sur de grandes superficies peuvent donner naissance à une série de maux: faible ensemencement, germination réduite des semences, faible survivance des jeunes semis, forte mortalité de la régénération préétablie, envahissement du parterre de coupe par une végétation compétitive non désirable, réduction de la fertilité, plus grande vulnérabilité du sol à l'érosion, disparition des abris et parfois de nourriture pour la faune, réduction de la productivité faunique du milieu, intensification de l'écoulement d'eau du parterre de coupe, érosion accrue des berges des ruisseaux et remontée du niveau d'eau des lacs.

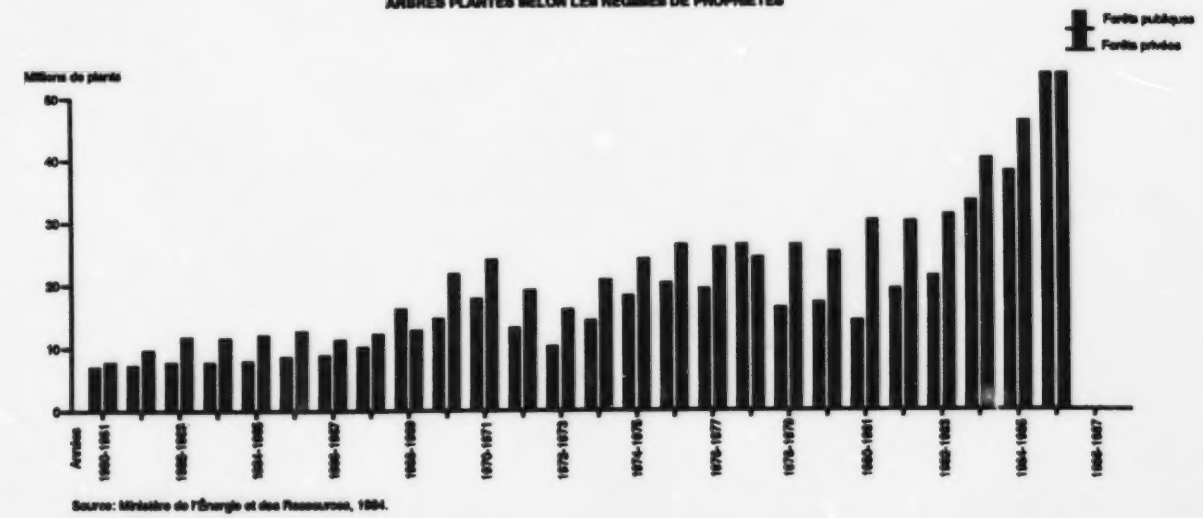
Dans les forêt feuillues, les coupes sélectives et à diamètres limites mal exécutées laissent sur pied des peuplements dégradés et entament ainsi la croissance et le renouvellement d'une jeune forêt vigoureuse et saine.

Suivant l'état des peuplements d'origine, le territoire qui résulte de la coupe exécutée selon des pratiques inadéquates peut mal se prêter à des travaux d'amélioration. De plus, les arbres tarés, laissés debout après coupe, possèdent un bagage génétique appauvri et produisent, en conséquence, une régénération de sujets qui risquent d'être plus faibles et moins productifs. Il faut alors avoir recours au reboisement comme ultime traitement.

Il n'est donc pas surprenant de constater que plus de la moitié des superficies exploitées sur les forêts du domaine public du Québec présenterait des problèmes de régénération en essences désirées. Cependant, un aménagement forestier approprié, incluant diverses pratiques sylvicoles, devrait permettre d'assurer un renouvellement satisfaisant de la forêt.

FIGURE 7.5

REBOISEMENT
ARBRES PLANTÉS SELON LES RÉGIMES DE PROPRIÉTÉS



Source: Ministère de l'Énergie et des Ressources, 1984.

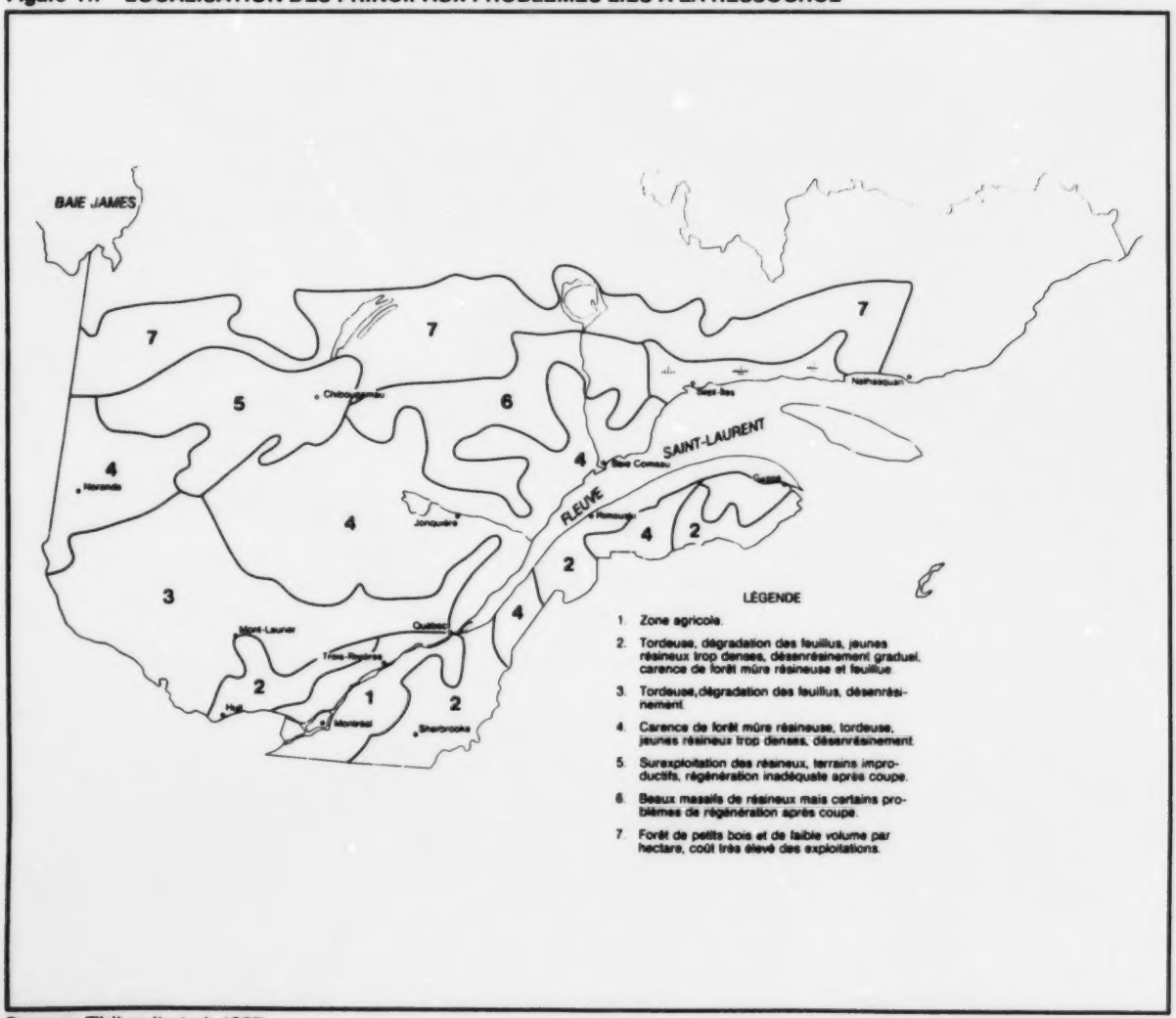
Par ailleurs, au cours des cinq dernières années, le reboisement s'est considérablement accru (voir figure 7.6). D'à peine 35 millions de plants en 1980, le reboisement s'est élevé en 1986 à 98 millions de plants, tant sur les forêts privées que sur les forêts publiques. Il atteindra en 1989 70 millions de plants sur les forêts privées et 180 millions de plants sur les forêts publiques.

7.7 L'ÉTAT DE SANTÉ DE LA FORÊT

Le développement des forêts est conditionné, de manière prépondérante, par le climat, les facteurs biologiques et physiques ainsi que par le temps. Parmi les facteurs biologiques, l'homme est de loin le plus important. L'impact de ses activités est considérable. Les exploitations qu'il a pratiquées ont, le plus souvent, profondément modifié le couvert végétal et ce, au risque même d'épuiser la ressource. Ces bouleversements ont pu agir aussi de façon significative sur le développement de certains insectes (tordeuses), voire même sur celui de certaines maladies cryptogamiques. Les feux peuvent aussi être très dévastateurs pour la forêt, mais heureusement l'homme peut en limiter les dégâts.

Dans les zones voisines des régions habitées (banlieues), on peut dire que la forêt porte les marques de nos actions passées. La description qui suit fait référence à la figure 7.7 et comporte, pour chacune des zones retenues, les éléments suivants: principales espèces et types de couvert, stades de développement, qualité générale des tiges, aires infestées par la tordeuse ou ravagées par les feux, problèmes de régénération, etc.

Figure 7.7 LOCALISATION DES PRINCIPAUX PROBLÈMES LIÉS À LA RESSOURCE



Source: Thibault et al, 1987.

Outaouais (partie sud) et Estrie (zones 1 et 2)

La grande majorité des forêts de ces deux zones sont privées. Près de 85 p. 100 sont de jeunes forêts mélangées, les autres 15 p. 100 étant surtout des forêts feuillues mûres (10 p. 100) ou jeunes (5 p. 100). Au moins 13 p. 100 de tous les terrains forestiers productifs seraient actuellement très mal régénérés ou en voie de le devenir, que ce soit à la suite d'abandons de culture (anciennes friches), de brûlis ou de coupes; 63 p. 100 seraient occupés par de jeunes forêts et seulement 11 p. 100 par des peuplements mûrs. Les 13 p. 100 restant représenteraient les terrains bien régénérés ou en voie de le devenir de façon acceptable, c'est-à-dire avec des essences utilisées par l'industrie.

Les domaines de l'érablière à caryer, de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune renfermaient jadis d'importantes quantités de bois d'oeuvre de qualité (caryer, frêne, bouleau jaune, orme, noyer, etc.). Ces espèces ont fortement régressé dans la plaine du Saint-Laurent, pour faire place à l'agriculture et à l'urbanisation. Aujourd'hui, ce sont les résineux qui sont surexploités, ce qui a engendré une prolifération d'espèces feuillues (bouleau gris, peuplier, cerisier de Pennsylvanie, érable rouge, bouleau blanc, etc.), encore peu utilisées par l'industrie. Ces dernières envahiraient au moins la moitié des terrains nouvellement régénérés (bûchés, friches et brûlis).

Les forêts feuillues mûres comprennent surtout les érablières qui sont maintenant protégées par la Loi sur la protection du territoire agricole. Les autres groupements mûrs, moins importants, auraient des proportions appréciables de peupliers, bouleaux ou hêtres, cette dernière espèce n'ayant guère été exploitée que pour le bois de chauffage. De nombreuses forêts, à dominance de feuillus de lumière, gagneraient à être réaménagées. Pour l'ensemble des petites propriétés privées, une trop forte proportion de bois à pâte (60 p. 100 du volume) provient encore de la coupe à blanc.

Dans les Appalaches, un certain enrésinement a lieu sur les anciennes terres de culture qui ont été appauvries, ainsi que dans les érablières ayant subi des coupes répétées. La mauvaise régénération des espèces désirées constitue donc l'un des problèmes majeurs des petites forêts privées.

Bas-Saint-Laurent et Gaspésie (zones 2 et 4)

La situation de la petite forêt privée décrite précédemment est sensiblement la même dans le Bas-Saint-Laurent et la Gaspésie.

De façon générale, cette zone a un climat plus froid et plus humide que la zone précédente, ce qui est plus favorable à la régénération naturelle de résineux comme le sapin et l' épinette. Cette repousse est souvent si forte qu'elle nécessiterait des travaux d'éclaircie. Les jeunes forêts mixtes et résineuses occupent au moins 80 à 90 p. 100 du territoire boisé. Les premières sont surtout concentrées dans les plus basses terres, où le climat est plus chaud et moins humide, alors que les secondes poussent plus facilement sur les monts Notre-Dame. Les forêts mûres, qui n'occupent guère plus de 10 à 15 p. 100 du territoire forestier, sont surtout constituées d'épinettes noires et de sapins et occupent principalement le secteur des monts Chic-Chocs. Cette zone a été, de loin, la plus touchée par l'attaque sévère de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, en 1981. Heureusement, les secteurs de forte mortalité étaient encore peu étendus l'année suivante et se situaient principalement à l'extrémité est de la péninsule, au sud de la ville de Gaspé ainsi qu'au lac Témiscouata. Les programmes d'arrosage d'insecticides devraient contribuer à limiter les dégâts à court terme. A plus long terme, il n'est pas assuré que ces interventions protègent adéquatement nos forêts, sans compter qu'elles ont un impact négatif sur l'environnement, lorsqu'on utilise des insecticides chimiques.

Les coupes partielles sur de petites superficies dans les groupements mélangés favorisent généralement le sapin. Par contre, les coupes à blanc, surtout celles qui sont pratiquées sur de grandes superficies, favorisent la formation de broussailles composées de cerisiers de Pennsylvanie, d'érables à épis et de framboisiers ou de peuplements feuillus constitués de bouleaux à papier et de trembles. La forte attaque de la tordeuse dans la Gaspésie favorise davantage les feuillus de lumière au détriment du sapin baumier.

Alors que les espèces indésirables de feuillus de lumière envahissent souvent les aires incendiées et les parterres de coupe, il peut sembler paradoxal de constater que, dans les Appalaches, il se produit, à plus long terme, un enrésinement progressif de certaines stations jadis occupées par des feuillus d'ombre. Cet enrésinement a lieu sur les anciennes terres de culture qui ont été appauvries, ainsi que

dans les érablières ayant subi des coupes répétées et où les conditions seraient marginales. Ce secteur fait face aussi au problème du dépérissement des érablières.

Outaouais, Mauricie, basses Laurentides (zone 3)

Sauf pour quelques territoires au nord et à l'est (réserve des Laurentides), cette zone se situe presque totalement dans les domaines de l'érablière à bouleau jaune et de la bétulaie jaune à sapin. Il est donc tout à fait normal qu'on y trouve une très forte proportion de forêts mélangées (70 p. 100) et feuillues (20 p. 100), formées les unes comme les autres de peuplements mûrs et jeunes dans des proportions équivalentes. L'autre 10 p. 100 est surtout représenté par des forêts résineuses mûres, dont les principales concentrations se trouvent dans la réserve des Laurentides et à l'ouest de la zone. Les espèces feuillues sont largement dominantes dans l'ensemble de cette zone et souvent même dans les forêts dites mélangées.

Le bouleau jaune est la principale espèce feuillue à avoir été exploitée, et l'état de la forêt, après coupe, n'est pas du tout le même dans la partie ouest que dans le reste du territoire. Au Témiscamingue, les érablières contenant peu de bouleau jaune n'ont pas été coupées, ou l'ont été très peu. Dans les érablières à bouleau jaune, ce dernier s'est en général bien régénéré à la suite de coupes partielles bien planifiées; les peuplements ayant fait l'objet de coupes à diamètre limite pourront être à nouveau exploités dans un avenir plus ou moins éloigné, suivant la qualité et l'intensité des dernières coupes. Quant à la bétulaie jaune à sapin coupée à diamètre limite, elle renferme plusieurs bouquets de jeunes bouleaux jaunes qui produiront, à maturité, du bois de sciage et de déroulage. L'érable à épis envahit les secteurs trop ouverts, mais le bouleau jaune devrait s'y maintenir et reprendre sa place dans le couvert.

Ailleurs, les érablières à bouleau jaune ont subi, de façon répétitive, des coupes à diamètre limite très sélectives quant à la qualité des tiges, dites aussi "coupes d'écrémage", qui ont eu comme résultat final la formation de peuplements dits "dégradés" contenant une forte proportion de tiges de mauvaise qualité. Il y a peut-être eu aussi dans ces cas un appauvrissement marqué du potentiel génétique. Les coupes plus intenses, équivalant à la coupe à blanc, ont souvent engendré des taillis composés de morts-bois ou d'essences dites indésirables, peu utilisées par l'industrie. La régénération des essences commerciales y est alors souvent retardée pour de nombreuses années. C'est aussi, malheureusement, le cas de la plupart des bétulaies jaunes à sapin.

Cette zone renferme également une forte proportion de peupliers et de bouleaux, installés à la suite de feux et de coupes abusives. Ces essences de lumière constituent une menace constante d'envahissement des aires boisées en espèces de valeur qui sont coupées à blanc.

Les fortes concentrations de pin blanc et de pin rouge sont souvent réduites à l'état de vestiges par suite de leur surexploitation. C'est dans les régions administratives de l'Outaouais et de l'Abitibi-Témiscamingue que les dégâts de la tordeuse étaient les plus répandus en 1981. La mortalité à plus de 75 p. 100 s'étendait sur plus de 4 millions d'hectares. Le développement des épidémies de la tordeuse ne serait pas étranger à l'état de perturbation de ces forêts.

La rareté du bouleau jaune et du pin blanc menace, à brève échéance, l'existence de l'industrie du sciage et du déroulage. Par contre, les deux espèces dominantes, l'érable à sucre et le hêtre, sont sous-exploitées.

Abitibi, Laurentides, Côte-Nord (zone 4)

La zone 4 est comprise dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc, sauf le secteur du centre, qui recoupe le domaine de la bétulaie jaune à sapin dans sa partie sud. Les forêts résineuses mûres y sont devenues plus rares et se retrouvent principalement au nord du réservoir Gouin ainsi que sur la Côte-Nord. Elles comprennent surtout des groupements de sapins et d'épinettes noires. La plupart des forêts de cette zone, résultant de coupes ou de feux, sont encore peu développées. En Abitibi, elles sont surtout représentées par des strates feuillues et résineuses, et le tremble y est très important. Au centre et à l'est (Côte-Nord), les jeunes groupements mélangés et résineux occuperaient de 60 à 70 p. 100 des terrains forestiers. Le tremble et le bouleau blanc apparaissent souvent après les coupes totales ou les feux. Sur les stations sèches incendiées, le pin gris précède l'épinette noire. Le reste de la zone est occupé, dans des proportions équivalentes, par les forêts résineuses mûres et par des bûchés ou de grands brûlis. Les feux ont été dévastateurs sur la Côte-Nord et dans un secteur autour de Rouyn-Noranda, étant donné la faible profondeur des sols en maints endroits

L'érosion des dépôts minces, après la destruction de la forêt par les feux ou les coupes, a contribué à la dégradation du milieu et a diminué la possibilité de renouvellement des peuplements commerciaux.

Toute la zone a été atteinte plus récemment par l'épidémie de la tordeuse. Les foyers d'infestation sévère étaient toutefois plus dispersés que dans la zone du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie. Sur la Côte-Nord, on en trouvait jusqu'à Natashquan.

La régénération après coupe à blanc sur les sols argileux de l'Abitibi se fait plus difficilement, à cause de la montée de la nappe phréatique et de l'engorgement qui en résulte, particulièrement sur les terrains plats ou à faible pente. La reprise des plantations est aussi plus difficile dans ces cas.

Quévillon, Mégiscane, Chibougamau (zone 5)

Cette zone est la deuxième en importance pour les volumes de bois résineux disponibles. La majorité des strates sont constituées de résineux mûrs exploitables (90 à 95 p. 100), contre seulement 5 à 10p.100 de résineux sans valeur commerciale. Le volume moyen exploitable par unité de surface est toutefois inférieur à celui de la zone 6. Pour au moins le tiers de la superficie de la zone, on enregistre des pertes de terrain exploitable de l'ordre de 50 p. 100. L'épinette noire domine le paysage et les foyers de tordeuse y ont été plutôt épars et peu étendus. Les conditions de régénération devraient aussi s'apparenter à celles de la zone 4.

La forêt mûre d'épinettes noires et de pins gris est largement parsemée de terrains improductifs (40 p. 100 ou plus); on remarque une forte surexploitation des bois propres au sciage (au moins deux fois la possibilité) et de fréquents problèmes de régénération.

Péribonca, Outardes (zone 6)

Cette zone est largement dominée par l'épinette noire, à l'exception peut-être des territoires les plus au sud, où les peuplements à dominance de sapin sont assez fréquents. Elle recèle aussi les plus importantes réserves de résineux du Québec, et ses forêts n'ont guère été touchées par la tordeuse, si ce n'est quelques foyers délimités aux extrémités ouest et sud de la zone, plus près du lac Saint-Jean. Plus au nord et vers l'est, les conditions climatiques ainsi que la composition des forêts sont probablement moins favorables au développement de l'insecte.

Les peuplements résineux mûrs représentant les volumes (moyens) exploitables les plus élevés par unité de surface (119 m^3 et plus par ha) couvrent près de 90 p. 100 du territoire de cette zone. L'autre 10 p. 100 comprend surtout de jeunes résineux et des brûlés avec régénération de résineux mélangés. La régénération des feuillus, comme le tremble et le bouleau blanc, est toujours possible, après coupe ou feu, même si celle des résineux peut se faire assez facilement. Cependant, les grandes superficies coupées à blanc semblent se régénérer difficilement, à cause de l'envahissement par les arbustes de lumière. Aux altitudes supérieures à 600 m, le tremble disparaît pratiquement pour faire place au bouleau blanc qui forme alors les principaux groupements feuillus.

Dans la région du Lac-Saint-Jean, la récolte de la forêt mûre et continue d'épinettes noires et de sapins démontre une surexploitation du bois de sciage, soit entre 1,5 et 2 fois la possibilité officielle. Du côté de la Côte-Nord, la forêt mûre et continue d'épinettes noires et de sapins est sous-exploitée en regard de ses possibilités (70p.100).

Mistassini, Manicouagan (zone 7)

Cette zone est aussi dominée par l'épinette noire. Les peuplements mûrs sont prédominants, quoique le volume moyen exploitable par unité de surface soit nettement moindre que dans les zones 5 et 6. La plus faible densité des forêts, l'accroissement moindre, l'éloignement de la ressource et les conditions plus difficiles du terrain expliquent le coût plus élevé d'exploitation de la forêt dans cette zone. Dans la partie située en bordure du fleuve, entre Sept-Îles et Havre-Saint-Pierre, la coupe à blanc favorise la formation de landes non régénérées.

7.8 LE RENOUVEAU FORESTIER

Afin d'adapter la gestion forestière aux besoins des années 1990, pour assurer l'harmonisation des différentes utilisations du milieu forestier et pour solutionner plusieurs problèmes environnementaux, le gouvernement du Québec a adopté plusieurs mesures qui constituent un nouveau Régime forestier.

En premier lieu, il a produit un plan d'affectation des terres publiques comprenant l'identification de la vocation des terres. Également, le Gouvernement a adopté par voie réglementaire un "Guide des modalités d'intervention en milieu forestier" qui assure

la protection des fonctions de production forestière, faunique, hydrique et récréative du milieu forestier ainsi que l'utilisation harmonieuse des diverses ressources.

La protection de l'ensemble des ressources du milieu forestier est surtout assurée par l'application de techniques sylvicoles adéquates et de pratiques d'exploitation particulières. Partout l'étendue des coupes à blanc d'un seul tenant est limitée à 250 hectares. Les sites archéologiques, les réserves écologiques et les parcs font l'objet d'une interdiction totale d'exploitation forestière.

Le gouvernement a aussi adopté, en décembre 1986, une réforme fondamentale du mode de gestion et d'aménagement des forêts au Québec. Ce nouveau régime forestier, issu de la Loi sur les forêts (chap. 108, 1986), se traduit par l'obligation, pour tout détenteur d'un permis d'intervention en milieu forestier, de remettre en production le territoire où il a fait une intervention. Le niveau de production sur ce territoire doit être au moins égal à celui du peuplement où l'intervention a eu lieu et ce, dans un délai prévu à l'avance dans son plan d'intervention.

L'ensemble de ces mesures visent le maintien d'un nouvel équilibre forestier ainsi qu'une utilisation et une protection judicieuses de l'environnement forestier.

BIBLIOGRAPHIE

AU FIL DU BOIS, 1988. Droits de coupe: allégement de 4.6 millions de dollars pour les forestières. Compte rendu d'une allocution de M. Albert Côté, ministre délégué aux Forêts, février-mars 1988, p. 8

CARRIER, LÉON, 1986. Le point sur le dépérissement des forêts du Québec, Ministère de l'Énergie et des Ressources, 30 p.

DOUCET, RENÉ, 1987. "La régénération préétablie dans des peuplements résineux et mixtes du Québec", dans: L'Aubelle, Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, février-mars 1987, 15 p.

DRAPEAU, J.P., 1987. "La tordeuse", dans: Forêt conservation, volume 53, numéro 10.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1986. Modalités d'intervention en milieu forestier, 45 p.

GRANDTNER, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional, Les Presses de l'Université Laval, Québec, 216 p.

"Insectes et maladies des arbres", 1987, supplément de la revue Forêt conservation, volume 53, numéro 10.

LAFOND, A., 1979. "Esquisse biogéographique des forêts," dans: La forêt au Québec. Revue forestière française, numéro spécial, École nationale du génie rural, des eaux et des forêts, 248 p.

LORTIE, MARCEL, 1979, Arbres, forêts et perturbations naturelles au Québec, Les Presses de l'Université Laval, Québec, 173 p.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1985. Bâtir une forêt pour l'avenir, Québec, 98 p.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1986-1987. Ressource et industrie forestières, portrait statistique.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1985-1986. Rapport annuel, 90 p.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1987. Le programme d'intervention contre les effets de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, Rapport annuel 1986-87, 126 p.

S.C.F. et M.E.R., 1987. "Insectes et maladies des arbres Québec 1986", dans: Forêt conservation, vol. 53, no 10, mars 1987, 32 pp.

S.C.F. et M.E.R., 1986. "Insectes et maladies des arbres Québec 1985", dans: Forêt conservation, vol. 52, no 10, mars 1986, 32 pp.

STATISTIQUE CANADA, Recueil des statistiques forestières canadiennes, catalogue 25-201.

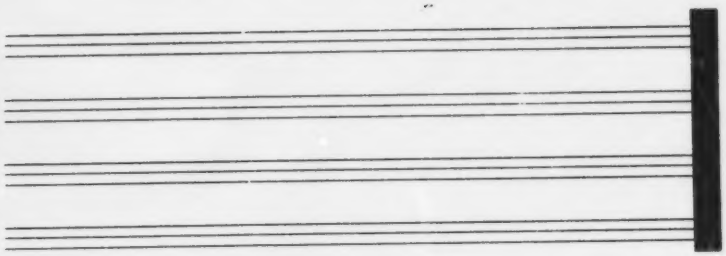
THIBAULT, M., 1985. Les régions écologiques du Québec méridional (2e approximation), Carte 1:1 250 000, Service de la recherche et Service de la cartographie, ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec.

THIBAULT, M., 1987. Description du milieu forestier par domaine climacique, (non publié), Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 29 pp.

THIBAULT, M., ZMAJCEN, J.L., BROWN, ET L. CARRIER, 1982. Description de l'état de la forêt selon la carte de localisation des principaux problèmes forestiers du Québec. in: Le Secteur forestier, Recherche et Développement, Ministère de l'Énergie et des Ressources, 1983, p. 191 à 197.

VÉZINA, PAUL-E., et Marcien-R. ROBERGE, 1981. Comment aménager nos forêts, Les Presses de l'Université Laval, 273 pp.

WILSON, C.V., 1971. Le climat du Québec, partie I - Atlas climatique, Service météorologique du Canada, Études climatiques no 11, 8 p, 44 figures



CHAPITRE 8

L'AGRICULTURE

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 259

8.1 Le territoire agricole 260

8.2 L'utilisation du territoire agricole 262

8.3 La protection du territoire agricole 263

8.4 Les transformations survenues en agriculture 263

8.4.1 La diminution du nombre de fermes et l'augmentation de leur superficie moyenne 263
8.4.2 La modification dans les types de culture 263
8.4.3 Les changements au niveau du cheptel et la concentration territoriale de l'élevage 263
8.4.4 L'augmentation des travaux de drainage 266
8.4.5 L'augmentation de l'utilisation des pesticides et des fertilisants 266
8.4.6 La valorisation agricole des boues résiduaires 268
8.4.7 Une mécanisation accrue 268

8.5 Les conséquences sur le milieu aquatique 268

8.5.1 Les déjections animales 268
8.5.2 Les eaux usées de laiterie de ferme 270
8.5.3 L'érosion hydrique et le lessivage de terres 270
8.5.4 Les aménagements hydro-agricoles 271
8.5.5 Les pesticides 271

8.6 Les conséquences sur la qualité de l'air 272

8.7 Les conséquences sur le milieu terrestre 272

8.7.1 Les engrais chimiques 272
8.7.2 Les pesticides 272
8.7.3 L'intensification de la production 273
8.7.4 Les boues résiduaires 273
8.7.5 La machinerie 273

BIBLIOGRAPHIE 276

LISTE DES TABLEAUX

8.1 Classement des sols selon leurs potentiels agricoles

8.2 Répartition des sols à potentiel agricole à l'intérieur des douze régions agricoles du Québec

8.3 Évolution de la superficie moyenne des fermes

8.4 Cheptel bovin par région agricole, de 1971 à 1986

8.5 Cheptel porcin par région agricole, de 1971 à 1978

8.6 Changements survenus entre 1951 et 1985 dans l'élevage au Québec

8.7 Superficie des terres agricoles drainées

8.8 Longueur de cours d'eau aménagés et superficies améliorées par zone et région agricoles de 1976-77 à 19851-86

8.9 Évolution des ventes de fertilisants chimiques au Québec entre 1949 et 1984

8.10 Évaluation des apports de matières en suspension et de phosphore dans les bassins versants des rivières Bayonne, Coaticook et Ouareau

LISTE DES FIGURES

8.1 Régions agricoles du Québec

8.2 Indice de pression des cultures et formes de dégradation probables par direction du M.A.P.A.Q.

INTRODUCTION

Le territoire agricole au Québec est exigu. Cette constatation suffit, à elle seule, à démontrer la nécessité de sa protection et de sa conservation... Le présent chapitre rappelle en outre les grandes transformations survenues en agriculture au cours des dernières décennies avant d'en montrer les effets sur la qualité des eaux et des sols.

8. L'AGRICULTURE

8.1 LE TERRITOIRE AGRICOLE

Les conditions climatiques, physiographiques et biogéographiques limitent le territoire ayant un potentiel agricole à une infime partie de l'ensemble du Québec.

L'immense région au nord du 52° parallèle n'offre aucune possibilité agricole, à cause du manque d'ensoleillement. Le territoire propice à l'agriculture se situe au sud du 49° parallèle. Cette zone est délimitée par le lac Abitibi, au nord, et par la ville de Baie-Comeau à l'est. Il s'agit du Québec méridional que l'on a découpé en régions agricoles (figure 8.1). Sur ce territoire, la physiographie et la nature des sols sont les principaux facteurs limitatifs. À partir de leurs propriétés et des caractéristiques du terrain, les sols sont répartis en sept classes d'après le système canadien de classification des sols. Au tableau 8.1, on en donne une description. Les sols à potentiel agricole sont ceux qui présentent des caractères propices simultanément à la croissance des plantes et aux travaux culturaux. Ils se retrouvent dans les classes 1 à 5.

Au Québec, les sols à bon potentiel agricole totalisent 2 360 000 ha, dont 1 240 000 dans les basses-terres du Saint-Laurent, 660 000 dans le plateau appalachien et 380 000 dans le plateau laurentien, incluant l'enclave de l'Abitibi-Témiscamingue et celle du Saguenay-Lac Saint-Jean. Le tableau 8.2 nous renseigne de façon plus détaillée sur les superficies ayant un potentiel agricole pour chacune des régions du Québec.

Il y a aussi les sols organiques qui ne sont pas comptabilisés dans les sols à bon potentiel agricole et qu'on retrouve surtout dans les basses-terres du Saint-Laurent (121 400 ha). On y pratique, depuis un certain nombre d'années, la culture maraîchère. Le coût relativement élevé de la mise en valeur d'une terre organique et ses propriétés chimiques et physiques ont certainement contribué à orienter les agriculteurs vers ce type de production relativement rentable.

Figure 8.1 RÉGIONS AGRICOLES DU QUÉBEC

Source: Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 1987.

TABLEAU 8.1

CLASSEMENT DES SOLS SELON LEURS POTENTIELS AGRICOLES

CLASSES	DESCRIPTION	PRINCIPALES SOUS-CLASSES
1	Aucune limitation importante imposé à la culture. Choix étendu de grandes cultures. Sols profonds, bien drainés, riches en éléments nutritifs. Bonne rétention d'eau, très bonne productivité.	
2	Faible limitation imposée à la culture. Sol profond et bonne rétention d'eau. Productivité élevée.	Drainage Fertilité
3	Facteurs limitatifs de moyenne importance quant au choix des cultures. Productivité de moyenne à élevée. Nécessité de quelques amendements.	Drainage Pierrosité Fertilité
4	Sol comportant de graves limitations au choix de cultures. Méthodes spéciales de conservation. Sol bon pour certaines cultures spéciales. Productivité de bonne à faible.	Drainage Pierrosité Fertilité Relief
5	Terrains où les facteurs limitatifs sont très graves. Propices surtout aux plantes fourragères vivaces. Nécessité d'amendements importants pour la culture. Productivité de moyenne à faible.	Drainage Pierrosité Fertilité Relief Sols minces
6	Terres impropres à la culture sauf pour les plantes fourragères vivaces. Conviennent uniquement au pâturage extensif. Productivité faible.	Drainage Pierrosité Relief Erosion
7	Sol inutilisable pour la culture. Productivité faible ou nulle.	Drainage Relief Pierrosité Sols minces et roche nue

Source: Atlas: Localisation des sols de catégories Aa, Ab, Ac par région agricole, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'alimentation, 1976.

TABLEAU 8.2

RÉPARTITION DES SOLS À POTENTIEL AGRICOLE À L'INTÉRIEUR DES DOUZE RÉGIONS AGRICOLES DU QUÉBEC

Régions	Sols Aa (Classes 1-2-3)	Sols Ab (Classe 4)	Sols Ac (Classe 5)	Total des sols	Total des terres améliorées	Sup. en culture	Sup. en pâturage	Sup. Autres
				hectares				
Bas Saint-Laurent - Gaspésie	170 977	78 548	43 989	293 514	258 736	185 777	53 782	19 178
Québec	151 634	90 689	17 644	259 967	242 732	174 533	48 868	19 331
Beauce	35 248	84 335	44 232	163 815	207 297	139 824	49 745	17 729
Nicolet	133 383	125 451	7 729	266 563	241 492	183 148	47 590	10 754
Sherbrooke	60 419	94 857	34 357	189 633	202 591	137 963	49 287	15 340
Richelieu	251 509	73 126	3 561	328 196	298 233	255 380	31 242	11 612
Châteauguay	219 539	21 006	8 255	248 797	214 888	185 339	18 872	10 677
Outaouais	145 523	41 965	6 232	193 720	160 176	101 861	42 858	14 456
Abitibi - Témiscamingue	58 476	58 679	18 696	135 851	125 062	85 420	26 884	27 213
L'Assomption	163 176	29 825	4 087	197 088	168 447	135 437	20 230	12 781
Trois-Rivières	75 837	24 362	4 816	105 015	96 381	72 210	17 637	6 534
Saguenay - Lac Saint-Jean	123 306	21 124	7 851	152 281	145 303	99 146	36 564	9 592
TOTAL	1 589 027	743 964	201 449	2 534 471	2 360 339	1 756 038	443 559	160 743

Source: Atlas, Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation, 1976.

8.2 L'UTILISATION DU TERRITOIRE AGRICOLE

On estime que 93 p. 100 des 2 534 000 hectares des sols à potentiel agricole sont actuellement améliorés, soit 2 360 000 hectares. De ces terres améliorées, 74 p. 100 sont en cultures, soi t 1 756 000 hectares.

En se basant sur le recensement de 1981 de Statistiques Canada et sur les données compilées par le Bureau de la statistique du Québec en 1986 nous répartissons comme suit l'utilisation du sol selon le type de culture.

Répartition approximative de l'utilisation du sol au Québec en 1986

Type de culture	Superficie en hectares
Foin cultivé	990 000
Céréales	685 000
Maïs-grain	260 000
Maïs-fourrager	80 000
Avoine fourragère (1981)	59 100
Légumes33 300	
Pommes de terre	19 800
Tabac (1981)3 570	
Arbres fruitiers (1981)	8 750
Pâturages améliorés	415 000
Jachères (1981)	53 077
Autres terres améliorées (1981)	107 666

Source: Bureau de la Statistique du Québec, 1986.

8.3 LA PROTECTION DU TERRITOIRE AGRICOLE

Au Québec, la Loi sur la protection du territoire agricole (L.R.Q., chapitre P-41.1) adoptée en décembre 1978, vise essentiellement à réserver à l'agriculture tous les sols propices à cette activité économique.

Cette loi a permis de freiner la spéculation sur les terres d'intérêt agricole, alors que ce phénomène affectait surtout les sols de bon potentiel agricole localisés en périphérie des principales agglomérations urbaines de la plaine du Saint-Laurent. Malgré une certaine résorption de ces rétentions foncières et la réactivation agricole d'une partie des surfaces visées, des pressions plus circonscrites ont continué à se faire sentir sur le territoire. Ces pressions sont principalement attribuables aux énoncés de développement contenus dans les documents d'aménagement réalisés par le monde municipal ou encore à des projets plus spécifiques. La Commission de protection du territoire agricole, lorsqu'elle examine les demandes d'autorisation ou de révision de la zone agricole, joue un rôle fondamental de réduction et d'orientation de ces demandes à un niveau plus conforme aux besoins réels en espace. Le rôle joué par la Commission permet aussi d'éviter la prolifération en zone agricole d'activités ou d'implantations incompatibles avec l'agriculture.

Actuellement on peut considérer que la superficie des terres améliorées demeure relativement stable en prenant en compte les gains et pertes du territoire agricole.

8.4 LES TRANSFORMATIONS SURVENUES EN AGRICULTURE

8.4.1 La diminution du nombre de fermes et l'augmentation de leur superficie moyenne

Depuis le début des années 60, l'entreprise agricole fait l'objet d'un mouvement de spécialisation, de mécanisation et de concentration des terres qui favorise un accroissement de la productivité. Sur les 95 777 fermes dénombrées au recensement de 1961, il n'en restait plus que 45 454 en 1986, soit une baisse de 53 p.100. Pour la même période, la superficie totale des terres agricoles a diminué de 29 p. 100.

Il est donc normal d'assister à une augmentation de la superficie moyenne des fermes d'environ 40 p. 100. Dans les régions périphériques, cette augmentation est surtout due à la baisse du nombre de fermes alors qu'ailleurs, elle provient du regroupement de deux ou trois fermiers en société (tableau 8.3).

8.4.2 La modification dans les types de culture

Pour la période de 1971 à 1986, la superficie en foin cultivé est demeurée stable, alors que les pâturages ont accusé une diminution de 50 p. 100 de leurs superficies. Les céréales telles que le blé, le maïs-grain et l'orge se sont étendues considérablement avec des augmentation respectives de 280 p. 100, 364 p. 100 et 1 166 p. 100. L'augmentation des superficies allouées aux grandes cultures par rapport aux paturages a eu pour effet d'accroître l'utilisation des fertilisants et des pesticides. Les chiffres exposés à la section 8.5.6 sont éloquents à ce sujet.

8.4.3 Les changements au niveau du cheptel et la concentration territoriale de l'élevage

De 1971 à 1986, le cheptel bovin est demeuré assez stable au Québec. On remarque cependant des variations dans les catégories composant ce cheptel et dans la répartition par région (tableau 8.4).

Au cours des 15 dernières années, le cheptel porcin a connu une augmentation de plus de 150 p. 100. La majorité des régions ont connu une hausse de leur production, à l'exception des régions périphériques où la production porcine a régressé. Les régions agricoles de Québec, de Beauce et du Richelieu ont fourni à elles seules plus de 59 p. 100 de la production porcine du Québec en 1986 (tableau 8.5).

Le tableau 8.6 fait la synthèse des changements survenus dans l'élevage, depuis 1951, dans ces deux secteurs.

TABLEAU 8.3
ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE MOYENNE DES FERMES

Régions \ Années	1961	1966	1971	1976	1981	1986[1]
			Hectares			
Bas Saint-Laurent - Gaspésie						
Québec	61	69	82	99	103	126
Beauce	56	59	62	68	67	78
Nicolet	61	67	75	81	76	86
Sherbrooke	60	63	68	75	76	82
Richelieu	74	81	88	91	85	95
Châteauguay	49	53	57	61	65	67
Outaouais	50	54	59	61	63	72
Abitibi - Témiscamingue	85	91	102	102	105	125
L'Assomption	68	85	107	140	165	195
Trois-Rivières	43	44	45	46	46	51
Saguenay - Lac-Saint-Jean	50	50	53	60	65	73
	72	79	92	107	111	137
TOTAL	60	65	71	78	78	90

(1) Données préliminaires

Source: Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 1987., et Recensement Canada 1961 à 1984.

Le secteur avicole prend également davantage d'importance, puisqu'on remarque un accroissement de la production de chair de volaille.

En plus de l'augmentation du nombre de bêtes par ferme, il s'est également produit au cours des 15 dernières années une concentration territoriale de l'élevage au Québec. En effet, le tiers du cheptel québécois est réparti sur seulement 19 p. 100 des exploitations agricoles, lesquelles sont concentrées dans 7 p. 100 des municipalités du Québec. De cette concentration de l'élevage découlera une nouvelle problématique de la gestion des fumiers qui sera abordée dans une section ultérieure.

TABLEAU 8.4
CHEPTEL BOVIN PAR RÉGION AGRICOLE DE 1971 À 1986

Région \ Année	1971	1976	1981	1986
		Milliers de têtes		
Bas Saint-Laurent - Gaspésie	167,6	182,3	170,9	169,6
Québec	180,4	193,1	192,4	180,3
Beauce	174,7	188,6	186,9	178,7
Nicolet	164,9	184,0	192,0	183,5
Sherbrooke	170,8	187,8	191,1	172,0
Richelieu	157,1	167,6	167,1	140,7
Châteauguay	106,0	121,1	119,3	110,4
Outaouais	103,1	113,5	113,7	102,8
Abitibi - Témiscamingue	60,9	76,3	68,2	71,4
L'Assomption	90,8	93,3	91,9	80,3
Trois-Rivières	64,9	70,2	71,4	61,6
Saguenay - Lac Saint-Jean	96,2	97,2	97,1	91,7
TOTAL	1537,4	1675,0	1662,0	1543,0

Source: Bureau de la statistique du Québec et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 1987.

TABLEAU 8.5
CHEPTEL PORCIN PAR RÉGION AGRICOLE ENTRE 1971 ET 1986

Région \ Année	1971	1976	1981	1986
		Milliers de têtes		
Bas Saint-Laurent - Gaspésie	70,4	29,6	40,4	34,6
Québec	235,0	262,2	545,5	582,3
Beauce	241,0	302,5	565,3	585,7
Nicolet	111,5	134,9	301,1	329,7
Sherbrooke	124,8	150,5	435,7	462,5
Richelieu	201,0	389,8	873,9	783,2
Châteauguay	29,1	25,0	51,9	46,8
Outaouais	18,7	16,0	27,5	21,2
Abitibi - Témiscamingue	7,0	1,2	0,9	0,8
L'Assomption	166,1	216,0	387,9	298,4
Trois-Rivières	79,0	95,6	184,3	127,0
Saguenay - Lac Saint-Jean	27,4	10,7	25,6	26,3
ENSEMBLE DES RÉGIONS	1 331,0	1 634,0	3 440,0	3 298,5

Sources: Bureau de la statistique du Québec et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 1987.

Tableau 8.6
Changements survenus entre 1951 et 1985 dans l'élevage au Québec

	1951	1985	Variation pourcentage
Nombre de fermes pratiquant l'élevage	134 000	32 000	76
Superficie des terres améliorées (hectares)	3 573 000	2 373 000	34
Vaches laitières par ferme	8,2	41,2	402
Porcs par ferme	12,5	721	
Volume total de fumiers (Mm^3)	24,4	23,9 (1981)	négligeable
Agriculteurs manquant de superficies d'épandage	0	3100	
Engrais chimiques utilisés (T)	120 500	498 700	314

Sources: Statistique Canada et Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 1987.

8.4.4 L'augmentation des travaux de drainage

Au Québec, le rendement de la moitié des 2 534 471 hectares répartis dans les classes 1 à 5 pourrait être amélioré par des travaux de drainage. Actuellement 520 000 ha sont présentement drainés, soit 20,5 p. 100 de ces catégories de sol (tableau 8.7).

Le nombre d'installations de drainage souterrain a augmenté rapidement depuis 1963 et tend maintenant à se stabiliser. Les exploitants agricoles peuvent également contrôler les eaux de surplus par le drainage de surface et par le recreusage des cours d'eau.

Depuis 30 ans, on estime que 50 000 km de cours d'eau ont été reprofilés en milieu agricole (tableau 8.8). Certains bassins versants, grands et petits, en région rurale développée, ont eu plus de 80 p. 100 des tributaires du cours d'eau principal aménagés de cette façon. Ces travaux ont transformé le milieu et ont entraîné des conséquences sérieuses sur le milieu aquatique à court et moyen termes.

8.4.5 L'augmentation de l'utilisation des pesticides et des fertilisants

L'industrialisation des productions végétales a été marquée par l'apparition de vastes zones de monoculture et par l'abandon graduel des rotations. Cette uniformisation des cultures a favorisé la multiplication des agents nuisibles aux plantes et à la qualité des récoltes. Parmi ces agents, on peut citer les mauvaises herbes, les insectes et les microorganismes pathogènes que les agriculteurs doivent désormais combattre pour avoir des rendements satisfaisants.

Les ventes totales de pesticides au Québec ont augmenté de 7,5 p. 100 entre 1978 et 1982 pour atteindre 2300 tonnes de matière active. Les herbicides représentent 68 p. 100 des pesticides utilisés. En 1982, une enquête sur l'utilisation des pesticides au Québec indiquait que près de la moitié des ventes

Tableau 8.7

Superficies des terres agricoles drainées

Sols de classe 1 à 5		Terres améliorées		Terres en culture	
Total des superficies	Pourcentage superficies drainées	Total des superficies	Total des superficies	Pourcentage superficies drainées	Total des superficies
2 534 471	20,5	2 360 338	22	1 756 039	29,6

Tableau 8.8
Longueur de cours d'eau aménagés et superficies améliorées par zone et région agricoles de 1976-77 à 1981-82

Années	Longueur km	Superficie ha
1976-1977	1 958	67 398
1977-1978	2 205	85 586
1978-1979	1 852	82 340
1979-1980	1 131	59 713
1980-1981	1 121	38 578
1981-1982	996	29 751
1982-1983	1 389	42 035
1983-1984	1 876	53 881
1984-1985	1 877	51 629
1985-1986	1 372	41 512

Source: Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'alimentation du Québec, Direction de la planification et Service de mise en valeur des sols agricoles.

totales de pesticides ont été faites sur le territoire couvrant les bassins versants des rivières de la Tortue, Yamaska et Richelieu.

Entre 1949 et 1984, les applications de fertilisants chimiques sont passées de 136 727 tonnes par année à 498 707 tonnes, soit une augmentation de plus de 350 p. 100 (tableau 8.9).

8.4.6 La valorisation agricole des boues résiduaires

Les boues résiduaires sont un sous-produit du traitement des eaux usées. Elles proviennent des stations d'épuration des eaux usées municipales, des installations domestiques (fosses septiques), d'usines agro-alimentaires et d'une quantité d'usines diverses. Les boues peuvent être valorisées avantageusement en agriculture par leur épandage sur les terres. Elles constituent de bons fertilisants à cause de l'azote, du phosphore et du potassium mais également de bons amendements par la présence de matière organique et du calcaire. Les boues peuvent également contenir des matières moins désirables tels que des métaux lourds, des microorganismes et des produits organiques toxiques (BPC, dieldrine, etc.). Pour cette raison, leur utilisation doit se faire avec certaines précautions.

L'utilisation des boues résiduaires en agriculture connaîtra de l'ampleur dans les années à venir et est actuellement en plein développement. De 1978 à 1993, la population desservie par une station d'épuration des eaux passera de 2 à 85 p.100 et les quantités de matières sèches passeront de 17 000 à 100 000 tonnes. On estime que 30 p.100 de cette quantité de boues pourront être valorisés.

Tableau 8.9
Évolution des ventes de fertilisants chimiques au Québec entre 1949 et 1984

Années	Quantités (t)
1949	136 727
1950	120 000
1952	120 612
1955	117 986
1958	140 418
1970	278 515
1971	302 402
1972	310 950
1973	299 526
1974	322 922
1975	312 548
1976	367 220
1977	361 568
1978	386 156
1979	421 690
1980	406 850
1981	397 328
1982	433 140
1983	473 100
1984	498 707

Sources: Cescas 1982 et Bureau de la Statistique du Québec 1984.

8.4.7 Une mécanisation accrue

L'augmentation de la superficie moyenne des fermes ainsi que le phénomène de regroupement des agriculteurs en société ont favorisé l'utilisation d'une machinerie plus performante et plus lourde. Cette augmentation du poids des machines agricoles entraîne, dans certaines conditions, des répercussions négatives sur le sol, comme on l'a noté au chapitre 5.

8.5 LES CONSÉQUENCES SUR LE MILIEU AQUATIQUE

Les sources de pollution agricole se divisent en deux catégories: les sources ponctuelles et les sources diffuses. Les polluants agricoles de source ponctuelle proviennent d'un endroit précis, visible et identifiable. Ils s'apparentent à certains polluants comme les rejets urbains et industriels. Le déversement accidentel ou volontaire de déjections animales directement dans un cours d'eau en est un exemple. Les polluants agricoles de source diffuse sont ceux qui atteignent les cours d'eau par écoulement souterrain ou à la suite de précipitations provoquant du ruissellement de surface. Ils ne proviennent pas d'un point précis, mais de l'ensemble du territoire agricole.

L'épandage des déjections animales, des fertilisants chimiques et des pesticides, l'érosion du sol, les aménagements hydro-agricoles sont quelques exemples d'activités agricoles génératrices de pollution diffuse.

Dans le domaine agricole, la grande majorité des problèmes de pollution sont de source diffuse, ce qui complique la nature des interventions à privilégier pour les résoudre.

Que leur source soit ponctuelle ou diffuse, les polluants agricoles contiennent de la matière organique (généralement biodégradable), des éléments nutritifs (azote, phosphore), des éléments traces inorganiques (métaux lourds), des éléments traces organiques (pesticides) et une faune microbienne variée (bactéries et virus). Ces polluants nuisent aux divers usages de l'eau, que ce soit pour la consommation, la baignade, la pêche sportive, la vie aquatique ou autres utilisations.

8.5.1 Les déjections animales

Les déjections animales sont riches en matière organique et en éléments nutritifs. Elles peuvent donc être avantageusement utilisées comme amendement aux sols agricoles. Toutefois, la capacité d'un sol à recevoir ces apports n'est pas illimitée; lorsqu'elle est dépassée, les surplus s'écoulent vers les eaux de surface et les eaux souterraines en les contaminant.

De mauvaises pratiques d'épandage en période inopportune (après la saison de croissance des plantes, tard en automne) sont souvent la cause de l'enrichissement des cours d'eau. De même, un mauvais entreposage des fumiers, c'est-à-dire sans l'aide de citernes étanches ou par manque de capacité d'entreposage, devient une source de contamination des eaux. Des inventaires réalisés en 1986 nous révèlent que seulement 14 p. 100 des éleveurs possèdent un système d'entreposage satisfaisant aux critères d'étanchéité et de capacité.

Ce problème de pollution des eaux par les déjections animales est relativement récent et découle, en partie, de la spécialisation et de l'industrialisation que le monde agricole a connues depuis 1950. En effet, des agriculteurs se sont spécialisés dans certains types d'élevage alors que d'autres se sont orientés dans la production de céréales entrant dans la composition de moulées.

Les quantités énormes de fumier produit par les gros élevages ont rapidement dépassé les capacités des terres de leur propriétaire à recevoir les engrais. Ainsi, on comptait, en 1985, un peu plus de 3000 producteurs agricoles, élevant en moyenne 196 unités animales à qui il manquait en moyenne 55 hectares chacun pour épandre le fumier ou le lisier de 73 p. 100 de leur cheptel. Ce fumier et ce lisier représentent environ six millions de m^3. De cette quantité, la plus grande partie est épandue en doses excessives sur les sols.

De plus, le phénomène de concentration des éleveurs déficitaires en sol d'épandage dans une même localité a fait surgir une problématique de gestion des fumiers jamais vue auparavant: la localité elle-même devenait déficitaire en sol nécessaire à l'épandage des fumiers. Ainsi, on retrouve, dans 5 p. 100 des municipalités du Québec, 46 p. 100 des éleveurs déficitaires en sol d'épandage; à eux seuls, ils possèdent 57 p. 100 du cheptel d'élevage qui produit les fumiers et lisiers excédentaires au Québec. Ces municipalités se retrouvent principalement dans les bassins de la Chaudière, de l'Etchemin, de la Yamaska, de la Maskinongé et de L'Assomption

Les pratiques d'élevage occasionnent une pollution des eaux causée par l'apport de matière organique, d'éléments nutritifs et de microorganismes pathogènes.

. ***La matière organique***

Les déjections animales sont riches en matière organique, dont une partie est biodégradable. Lorsqu'elles sont mal gérées, elles contribuent à l'augmentation de la demande biologique en oxygène (DBO) des eaux réceptrices. Ces apports de matière organique favorisent la multiplication de microorganismes qui tentent de la décomposer. Les activités de biodégradation absorbent et, dans certains cas, épuisent l'oxygène dissous dans l'eau. L'épuisement du niveau d'oxygénation des eaux entraîne la mort des poissons et, éventuellement, le dégagement de mauvaises odeurs.

. ***Les éléments nutritifs***

Les déjections animales sont également riches en éléments nutritifs. A la suite de l'épandage, ces minéraux sont libérés et peuvent, dans certaines circonstances, contaminer les eaux souterraines et les eaux superficielles. Les minéraux qui contribuent le plus à ce type de pollution sont l'azote et le phosphore. Le phosphore nuit surtout à la qualité des eaux superficielles.

Un second problème relié à la pollution par les éléments nutritifs est celui de l'azote ammoniacal et de l'azote organique. Dans des bassins versants à vocation fortement agricole, l'azote ammoniacal provient essentiellement des activités agricoles. Les six rivières les plus contaminées par l'azote ammoniacal se retrouvent parmi les dix rivières dont les bassins ont la plus plus forte densité animale. Ces six rivières sont, par ordre d'importance de leurs concentrations annuelles, la Bayonne, la Chaudière, l'Etchemin, la Yamaska, l'Assomption et la Nicolet.

L'azote ammoniacal nuit aux opérations de désinfection de l'eau destinée à la consommation humaine. Il réagit, en effet, avec le chlore pour former des chloramines, dont le potentiel de désinfection est inférieur à celui du chlore libre.

Des concentrations d'azote organique aussi peu élevées que 0,3 mg/l compromettent sérieusement l'efficacité de la chloration. En effet, la présence d'azote organique dans la source d'approvisonnement entraîne la formation, lors de la désinfection, d'organochloramines qui ont peu ou pas de pouvoir bactéricide. De plus, du trichlorure d'azote peut être généré en présence d'azote organique; même en faible concentration, ce composé donne une odeur à l'eau. Dans certains cas, des avis de faire bouillir l'eau sont diffusés par les médias. Les villes de Repentigny, L'Assomption et L'Épiphanie ont connu ces problèmes à plusieurs reprises depuis quelques années.

. ***La pollution microbienne***

La pollution d'un cours d'eau par des matières fécales s'accompagne généralement d'un taux élevé de bactéries coliformes, de bactéries coliformes fécales et d'autres bactéries et virus dont un grand nombre sont pathogènes. Les cours d'eau traversant les zones rurales sont généralement caractérisés par une concentration très élevée en microorganismes pathogènes, particulièrement en été lors des périodes chaudes et non pluvieuses. Il en résulte des dangers pour la santé des humains et des animaux qui consomment ces eaux qui ne sont pas traitées adéquatement, ou lorsqu'ils entrent en contact avec elles.

Des chercheurs de l'Institut Armand Frappier à Laval ont tenté d'évaluer le degré de contamination du

bassin hydrologique de la rivière L'Assomption par les virus porcins et de vérifier si les eaux d'abreuvage (souterraines ou autres) étaient contaminées par les virus. L'entérovirus porcin a été retenu dans leur analyse parce qu'il était le meilleur indicateur de la pollution par les élevages de porcs, ce virus étant très spécifique à cet animal. Les résultats montrent que tout le bassin sud de la rivière L'Assomption et ses affluents sont contaminés, entre autres, par des virus entériques porcins. Ils ont évalué à plus de 10 milliards par jour le nombre de ces virus rejetés dans le fleuve Saint-Laurent par cette rivière.

La rivière L'Assomption et ses affluents véhiculent dans leurs eaux des concentrations de virus variant entre 0,66 et 6,03 NPPUC/litre (Nombre le Plus Probable d'Unités Cytopathogènes par litre d'eau).

L'impact de la présence de virus dans le milieu hydrique peut difficilement être évalué. Toutefois, il semble que la nappe phréatique soit contaminée à certains endroits puisqu'on a détecté des entérovirus dans deux des dix échantillons prélevés. D'autres analyses seront nécessaires pour évaluer le degré de contamination des eaux souterraines de cette région par les entérovirus porcins.

8.5.2 Les eaux usées de laiterie de ferme

Le Québec compte actuellement 675 000 vaches laitières, réparties sur 20 000 fermes. L'industrie laitière occupe la première place au Québec dans le domaine agro-alimentaire, avec des recettes de l'ordre de 1,2 milliards de dollars en 1984.

La traite des vaches met en circulation des eaux usées provenant principalement du lavage du lactoduc, des équipements de traite, du plancher de la laiterie et de celui de la salle de traite. Ces eaux usées contiennent surtout des résidus de lait et des produits de désinfection à base de chlore, et des produits de nettoyage à base de polyphosphate.

Habituellement, les eaux usées de laiterie de ferme sont déversées sur le sol à proximité d'un point d'eau ou même directement dans un cours d'eau, par l'intermédiaire d'un fossé de ferme. Les quantités de phosphore ainsi déversées peuvent poser des problèmes de pollution des cours d'eau agricoles, particulièrement durant les périodes d'étiage. À l'échelle du Québec, si on compare la quantité annuelle de phosphore provenant des eaux usées de laiteries de ferme à celle déversée par la population, on remarque que la pollution de ces eaux usées de laiterie équivaut à celle que produiraient 275 000 personnes.

8.5.3 L'érosion hydrique et le lessivage des terres

L'érosion hydrique résulte de la destruction des agrégats du sol, sous l'impact des précipitations, et du transport des particules détachées par les eaux de ruissellement. Même si le phénomène se produit à l'état naturel, il s' amplifie par l'action de l'homme. Les principaux facteurs qui déterminent l'ampleur de l'érosion hydrique sont l'intensité des précipitations, la pente du terrain, le type de couvert végétal, la nature et l'état physique du sol.

Les effets des matières polluantes sur le milieu aquatique sont très variés: les matières en suspension sont responsables de la turbidité de l'eau et en réduisent les qualités esthétiques et les usages récréatifs; une turbidité élevée réduit également la pénétration de la lumière dans le milieu aquatique, réduisant la composition et la productivité de la faune et de la flore aquatiques; enfin, la filtration et la désinfection d'une eau riche en matières en suspension sont très difficiles, très coûteuses et, dans certains cas, dangereuses pour la santé humaine.

La pollution agricole par l'érosion hydrique peut représenter dans certains cas la presque totalité des charges de matière en suspension d'un cours d'eau (tableau 8.10).

Les matières en suspension entraînées avec le sol érodé se déposent et modifient la nature et la texture du fond des cours d'eau. Il en résulte généralement une réduction de la diversité et de la productivité des espèces benthiques. Les endroits de frai disparaissent sous les sédiments. La sédimentation des matières en suspension réduit également l'efficacité hydraulique des cours d'eau qui doivent alors être recreusés.

Le lessivage et l'érosion des terres fertilisées provoquent un enrichissement des eaux en matières nutritives, surtout en phosphore, ce qui se traduit par une prolifération d'algues et de macrophytes, qui encombrent les cours d'eau et contribuent à la désoxygénation de l'eau et à l'apparition de mauvaises odeurs. Ainsi, dans le bassin versant de la rivière Yamaska, on estime à 60 p. 100 la charge annuelle de phosphore provenant des terres cultivées, bien qu'elles n'occupent que 36 p. 100 de la superficie totale du bassin. L'érosion hydrique, à elle seule, est responsable de 85 p. 100 de cet apport.

Tableau 8.10
Évaluation des apports de matières en suspension et de phosphore dans les bassins versants des rivières Bayonne, Coaticook et Ouareau

Polluants	Rivière Bayonne		Rivière Coaticook		Rivière Ouareau	
	t/an	pour cent(1)	t/an	pour cent(1)	t/an	pour cent(1)
Matières en suspension						
. sources urbaines et industrielles	36	0,5	218	4	609	9
. érosion	6 700	99,5	5 255	96	6 380	91
Phosphore total						
. sources urbaines et industrielles	1,3	10,8	12,3	62,1	11,6	55
. érosion	10,7	89,2	7,5	37,9	9,5	45

(1) pourcentage par rapport à la charge totale
Source: Bernard (1985)

Quant aux pertes de pesticides, même si elles ne représentent que 1 à 5 p. 100 des quantités utilisées, elles peuvent être toxiques pour l'écosystème aquatique.

L'érosion des sols occupe donc une place stratégique dans le processus global de la pollution agricole. De nombreuses études concluent à la nécessité de réduire l'érosion pour en arriver à une amélioration de la qualité des eaux en milieu rural.

8.5.4 Les aménagements hydro-agricoles

Les travaux de reprofilage et de redressement du lit des cours d'eau sont effectués afin de permettre l'évacuation rapide des eaux. Ces opérations d'aménagement nécessitent parfois un déboisement sévère le long des cours d'eau. À l'endroit même des travaux, l'enlèvement de la végétation rend les berges plus vulnérables à l'érosion. En aval des travaux, la modification du profil d'écoulement et de la vitesse d'écoulement peut également entraîner un phénomène d'érosion des berges. Les répercussions sur la vie aquatique et sur les utilisations de l'eau ont été abordées dans la section précédente.

L'application de pratiques d'aménagement de cours d'eau adéquates permet de réduire sensiblement les impacts associés à ces travaux.

8.5.5 Les pesticides

L'usage des pesticides s'est révélé économiquement rentable pour l'agriculture et pour le consommateur, car on estime que sans ces produits chimiques, les denrées agricoles pourraient coûter deux à trois fois plus cher.

Cependant, l'usage des pesticides a provoqué des problèmes environnementaux de plusieurs ordres. Le cas du DDT en constitue, sans doute, l'exemple classique. On attribue au DDT le déclin de la population de plusieurs oiseaux de proie aux État-Unis.

Des campagnes d'échantillonnage effectuées depuis 1984 dans des puits d'eau potable ont démontré que certains pesticides avaient migré à travers la nappe phréatique et étaient détectés dans l'eau de ces puits.

Les analyses effectuées en vue de mesurer les concentrations d'aldicarbe (un pesticide utilisé par les producteurs de pommes de terre pour se débarasser du doripore) dans des puits situés à proximité des champs traités avec ce produit ont démontré que certaines concentrations dépassaient la norme de 9 ug/l proposée par le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant:

Années	1984	1985	1986	1987
Nombre de puits échantillonés	48	88	75	49
Nombre de puits > 1 µg/l et <9 µg/l	6	16	23	15
Nombre de puits > 9 µg/l	4	7	4	2+2*

* correspond aux résultats de deux puits abandonnés de Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier

L'aldicarbe semble avoir une grande persistance lorsqu'il atteint la zone saturée d'eau de la nappe phréatique. En effet, des résultats ont montré que, même après trois années sans traitement dans les champs avoisinants, il est toujours possible d'en retrouver des traces dans l'eau des puits.

8.6 LES CONSÉQUENCES SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Le milieu agricole est confronté au problème de la pollution de l'air causé par les odeurs. Dans le domaine de l'élevage, les mauvaises odeurs proviennent, en général, de trois sources: les bâtiments d'élevage, les lieux d'entreposage de déjections animales et les champs au moment de l'épandage des déjections animales.

Les gaz émanant des déjections animales contiennent plus de 70 composés chimiques, dont la plupart contribuent aux mauvaises odeurs. Les composés les plus souvent cités sont les amines, les mercaptans, les sulfures et les disulfures. Des traces d'acides organiques, de carbonates, d'amines, de skatoles, de mercaptans et de sulfures peuvent parfois causer des odeurs détectables à de longues distances.

Au point de vue médical, les mauvaises odeurs entrent dans la catégorie des manifestations pouvant causer des désagréments aux individus qui y sont exposés. Le terme désagrément est utilisé pour désigner une affection qui n'est pas reconnue comme pathogène, mais qui a une incidence négative sur le confort et le bien-être individuel.

Enfin, les effets négatifs des mauvaises odeurs sur la santé sont en général la perte du sommeil, le stress mental, la nausée et le vomissement.

8.7 LES CONSÉQUENCES SUR LE MILIEU TERRESTRE

Les activités agricoles peuvent avoir des effets négatifs sur le milieu terrestre. L'intensification de la production et la mécanisation de même que l'épandage des engrais chimiques, des pesticides et des boues résiduaires sont quelques-unes des sources potentielles de pollution du sol.

8.7.1 Les engrais chimiues

L'effet majeur des engrais chimiques, principalement de l'azote et du soufre, sur le sol est l'acidification de ce dernier. Entre autres problèmes, l'acidification des sols réduit l'efficacité de plusieurs herbicides, d'où la nécessité d'en utiliser plus que requis dans des conditions normales pour obtenir le même effet. Les conséquences sur le milieu aquatique d'une telle pratique sont méconnues et, de ce fait, constituent un risque non négligeable pour la santé des populations animales et humaines qui y sont exposées.

8.7.2 Les pesticides

La contamination des sols par les pesticides a fait l'objet de peu de recherches au Québec. Cependant, la venue de pratiques culturales de conservation du sol, comme le labour minimal, risque d'accroître le problème de contamination par les pesticides. En effet, bien que cette pratique assure un meilleur contrôle de l'érosion du sol par l'eau et le vent, elle peut favoriser la croissance des mauvaises herbes et la multiplication des insectes nuisibles. Une meilleure gestion de ces substances est à prévoir si de telles pratiques se développent intensément.

Certains pesticides persistent longtemps dans les sols et peuvent causer des problèmes environnementaux, surtout dans les régions très sensibles à l'érosion hydrique. Cependant, ils ne représentent pas un danger égal pour les utilisateurs et pour l'environnement en général. Certains se décomposent tellement rapidement en produits non toxiques qu'ils ne présentent pas de danger, tandis que d'autres devraient être utilisés à doses massives pour devenir dangereux.

Il est bien évident que certains peuvent être néfastes et même demeurer actifs pendant plusieurs mois et s'accumuler dans le sol. Par contre, les problèmes de contamination sont souvent reliés à une utilisation abusive et non rationnelle associée à une connaissance insuffisante des ravageurs et des plantes à contrôler ainsi que des techniques d'application à utiliser.

8.7.3 L'intensification de la production

L'intensification de la production agricole au Québec au cours des trois dernières décennies a entraîné un problème de dégradation des sols.

L'abandon des rotations culturales de longue durée, la monoculture de plantes annuelles, l'utilisation de machineries de plus en plus lourdes, le retour moindre en matière organique, et le travail intensif des sols, sont quelques-unes des pratiques agricoles qui ont engendré le processus de dégradation des sols.

Au Québec, ceci se manifeste dans toutes les régions agricoles à des degrés divers, mais la plaine de Montréal est celle où ce problème est le plus aigu. Les principales formes de dégradation qui se manifestent sont la perte de la matière organique, la destruction de la structure, la compaction et l'érosion (figure 8.2).

À moins de prendre des mesures nécessaires, la dégradation des sols agricoles amènera le Canada (et le Québec) vers ce qui pourrait être le problème le plus dévastateur des années 80 dans le domaine des ressources naturelles.

8.7.4 Les boues résiduaires

L'épandage des boues résiduaires présente des risques de contamination du sol, surtout par les métaux lourds, les microorganismes et les produits organiques toxiques . Certaines précautions doivent donc être prises: les boues doivent respecter certains critères de qualité et avoir subi un traitement de digestion avant d'être valorisées en agriculture.

8.7.5 La machinerie

Les interventions mécaniques répétées avec des machineries de plus en plus lourdes exerçant une pression élevée sur les sols fragiles et dans des conditions d'humidité excessive tendent à faire augmenter la densité du sol. Ceci se traduit par une baisse de rendement des cultures.

Au Québec, une grande partie des basses-terres du Saint-Laurent, spécialement les sols à texture fine développés sur les sédiments de la mer de Champlain de même que les sols de texture sablonneuse utilisée pour la monoculture du maïs-grain, les basses-terres du Lac-Saint-Jean et les sols de la ceinture argileuse de l'Abitibi-Témiscamingue sont plus sensibles à la compaction.

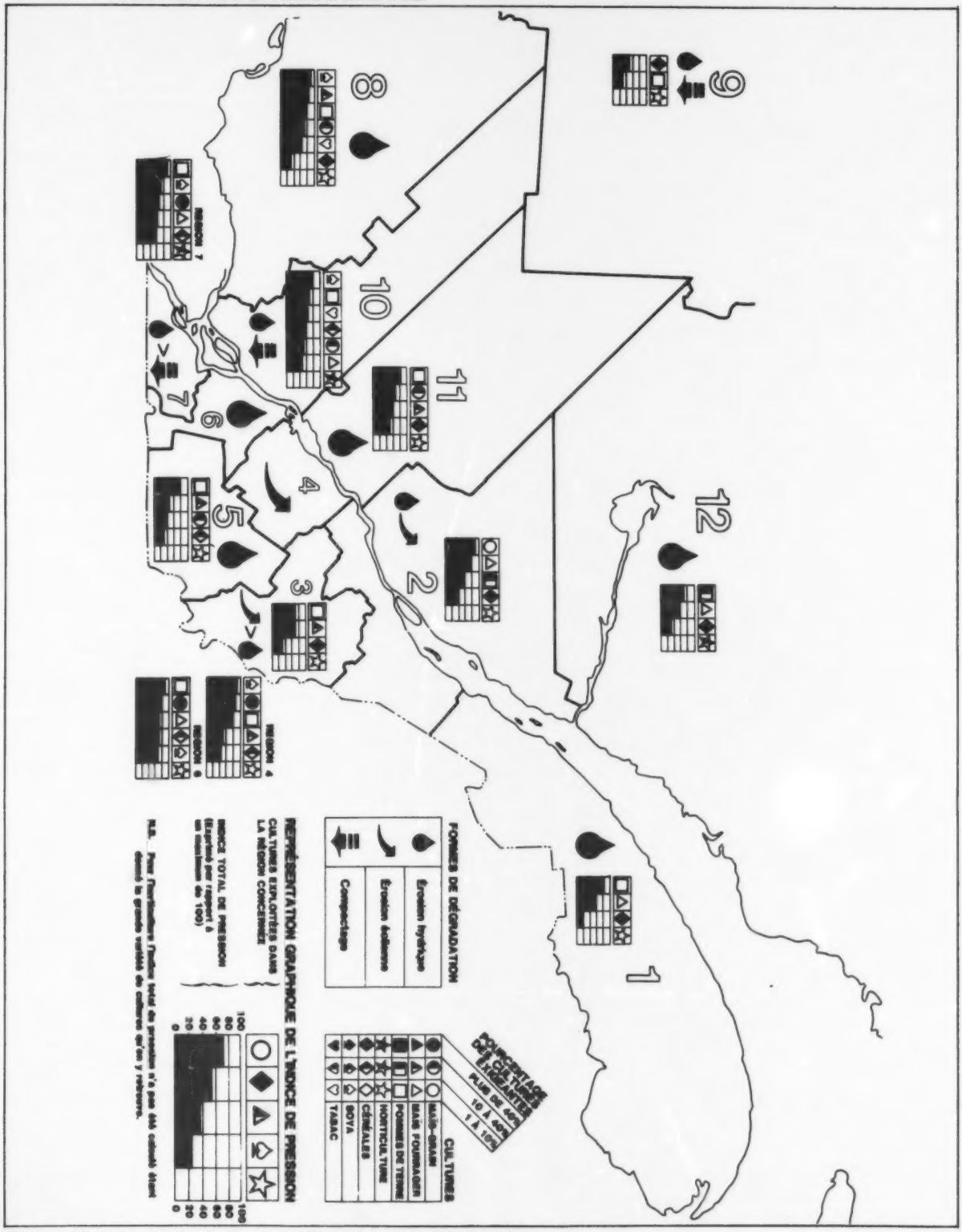
8.8 Conclusion

Les changements qui ont eu cours en l'agriculture dans les 25 dernières années ont augmenté les extrants de toutes sortes via différents écosystèmes. Parmi ces produits, on retrouve des engrais, des pesticides, des virus, des matières azotées, etc.. Ils ont contribué à modifier l'équilibre qui prévalait, autrefois, dans les systèmes naturels en relation avec le milieu agricole. Ces changements ont souvent des effets négatifs sur d'autres activités de l'homme telles que la baignade, la pêche sportive ou l'utilisation de l'eau potable. Ces activités deviennent plus difficiles et plus coûteuses à pratiquer.

En plus d'avoir des effets sur le milieu environnant, il semble que les pratiques agricoles actuelles mettent en péril la productivité même des sols qu'elles veulent mettre en valeur.

Afin de régler les problèmes de qualité de l'eau et des sols, deux initiatives gouvernementales récentes, soit une Politique de conservation des sols et de l'eau en milieu agricole et un Programme d'amélioration de la gestion des fumiers sont mis de l'avant.

Figure 8.2 INDICE DE PRESSION DES CULTURES ET FORMES DE DÉGRADATION PROBABLES PAR DIRECTION RÉGIONALE DU M.A.P.A.Q.



Source: Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

LÉGENDE DE LA FIGURE 8.2

NOTICE EXPLICATIVE

VOLET A: Vulnérabilité régionale dominante

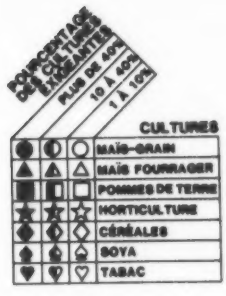
- Intégration de: paramètres bio-physiques
  - Utilisation du sol
  - Texture du sol
  - Topographie

SYMBOLIQUE

Lorsque l'espace agricole d'une région est vulnérable à une forme dominante de dégradation un seul symbole est reproduit.

Lorsque l'espace agricole d'une région est également vulnérable à deux formes dominantes de dégradation deux symboles sont apposés côte à côte.

Lorsque l'espace agricole d'une région est vulnérable à deux formes dominantes de dégradation mais qu'une des deux semble plus sévère, l'insigne «plus grand que» vient se glisser entre deux symboles.



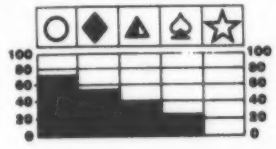
Proportion de chaque culture par rapport au total des cultures annuelles.

Cultures annuelles retenues.

VOLET B: Indice de pression des cultures

- Évaluation qualitative des systèmes culturaux en fonction de trois types d'interventions agronomiques:
  - la séquence culturale;
  - les pratiques culturales;
  - les amendements organiques.

SYMBOLIQUE



Proportion des cultures annuelles dans une région donnée.

Valeur de l'indice de pression en ordre décroissant.

Source: Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

BIBLIOGRAPHIE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE,DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION 1987. Etat du milieu agricole, Direction de la planification, Service de la productivité des ressources

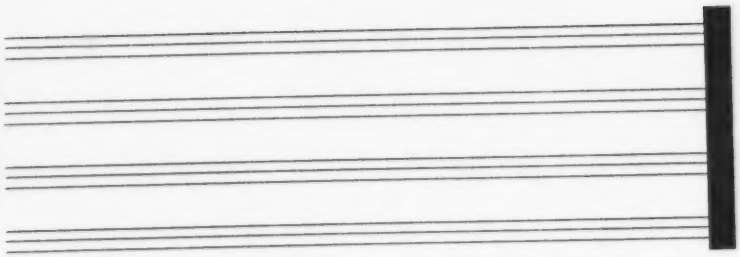
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1987. Agriculture et environnement, Direction de l'assainissement agricole.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1987. Évaluation des conséquences de l'utilisation de l'aldicarbe (TEMIK), campagne 1986, Direction des eaux souterraines et de consommation, Rapport no. 1330.

PAYMENT P., F. AFFOYON, E. DIFRANCO, M. TRUDEL, 1986. "Pollution de la rivière L'Assomption (Province de Québec, Canada) et de ses affluents par les virus entériques porcins", dans Revue internationale des sciences de l'eau, Vol 2, no. 4, Nov 1986, pp 113-116, Centre de recherche en virologie, Institut Armand Frappier.

SOM, 1987. Etude sur la perception des nuisances provenant des établissements de production de porcs et de veaux, Version préliminaire 2 tomes.

GROUPE DE TRAVAIL ET GROUPE D'ORIENTA - TION INTERMINISTÉRIEL (Environnement et Agriculture du Québec) 1987. Évaluation de l'approche et de la règlementation environnementales relatives aux établissements de production animale.



CHAPITRE 9

LES MINES

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	281
9.1	Le contexte géologique du Québec	282
9.2	L'activité minière au Québec	282
9.3	Les impacts environnementaux pouvant découler de l'activité minière	284
9.4	Les profils sectoriels	286
	9.4.1 Les métaux précieux	286
	9.4.2 Les métaux ferreux	287
	9.4.3 Le cuivre et le zinc	288
	9.4.4 La fonte et l'affinage	289
	9.4.5 L'amiante	289
	9.4.6 La tourbe	289
	9.4.7 Les autres minéraux industriels	291
	9.4.8 Les matériaux de construction	291
	BIBLIOGRAPHIE	293

LISTE DES TABLEAUX

9.1 Expéditions minérales québécoises en 1986 et 1987

9.2 Principaux produits chimiques et contaminants relatifs aux activités minières

9.3 Toxicité de quelques effluents de mines d'or québécoises sur les alevins de truites arc-en-ciel (1982)

9.4 État de la qualité des effluents finaux des mines et des usines de métaux de base

LISTE DES FIGURES

9.1 Carte minérale du Québec (en annexe au document)

9.2 Principaux sites d'exploitation des substances métalliques

9.3 Principaux sites d'exploitation des minéraux industriels

9.4 Principaux sites d'exploitation des matériaux de construction

INTRODUCTION

Après un bref aperçu du contexte géologique du Québec, qui laissera entrevoir l'importance de notre potentiel minier, ce chapitre offre un tableau d'ensemble de l'activité minière et de ses impacts environnementaux. Par la suite, chaque secteur est présenté avec ses problèmes propres.

9.1 LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU QUÉBEC

Le territoire québécois comprend cinq grandes divisions géologiques, (figure 1.6): la province du Supérieur (au nord), la province de Churchill (à l'extrême nord-est), la province de Grenville (au centre nord), les Basses-Terres du Saint-Laurent (au centre) et l'orogène des Appalaches (au sud).

Les trois premières constituent la partie est du bouclier canadien et sont composées d'assemblages de roches ignées et métamorphiques dont l'âge varie de 700 millions à 3,0 milliards d'années.

Dans la province du Supérieur, nous retrou vons la sous-province de l'Abitibi caractérisée par des assemblages de roches volcaniques et sédimentaires métamorphisées qui sont les hôtes des principaux gîtes polymétalliques (cuivre, zinc, or, argent) et aurifères du Québec.

Dans la province de Churchill, nous retrouvons les Fosses du Labrador et de l'Ungava, composées d'assemblages de roches volcaniques, de roches sédimentaires et de roches intrusives basiques. Ces fosses sont reconnues pour l'immensité de leurs dépôts ferrifères et aussi pour la présence de gîtes polymétalliques constitués de cuivre, nickel, platine et palladium ou de cuivre, zinc, or et argent.

La province de Grenville est caractérisée par des roches métamorphiques recoupées par de nombreux intrusifs, plus particulièrement des anorthosites et des granites, sources importantes de pierre de taille. Les principaux gîtes y sont les magnétites titanifères et les gîtes de fer. Ces derniers sont les équivalents métamorphiques de ceux de la Fosse du Labrador.

Les roches de la plate-forme du Saint-Laurent sont surtout des grès quartzifères et des calcaires d'où leur importance comme pierre de taille, granulats, ciment, chaux, etc.

Les roches les plus jeunes du Québec forment la chaîne plissée des Appalaches. Nous y retrouvons un assemblage de roches sédimentaires, volcaniques, métamorphiques et intrusives. C'est dans ce secteur que nous rencontrons les principaux gîtes d'amiante du Québec, mais aussi des gîtes polymétalliques, comprenant cuivre, zinc, or, argent et aussi des porphyres cuprifères.

L'ensemble du Québec a subi les effets de la glaciation au Quaternaire. Nous en retrouvons les vestiges aujourd'hui sous forme d'importants dépôts de sable et de gravier utilisés comme matériaux de construction.

9.2 L'ACTIVITÉ MINIÈRE AU QUÉBEC

L'industrie minérale s'intéresse essentiellement au sous-sol québécois, qui contient, comme nous venons de le constater, une variété de minéraux et de métaux susceptibles d'être utiles à notre société. L'activité touchant cette ressource naturelle peut se résumer en trois volets: l'exploration, l'exploitation et la transformation.

L'exploration ou la recherche d'un gisement s'accomplit par diverses méthodes géologiques, géochimiques ou géophysiques et par forage. L'exploitation d'un gisement économique peut se faire par extraction souterraine ou à ciel ouvert et s'accompagne d'une opération de concentration, par laquelle les substances minérales recherchées seront séparées. Si nécessaire, une première transformation par fonte et affinage s'effectuera en usine pour permettre l'obtention de métaux de très haute pureté, utilisables par les industries de transformation secondaire.

Le Québec produit près d'une trentaine de substances minérales. Les cinq principales sont, par ordre d'importance, l'or, le minerai de fer, les scories de titane, le ciment et l'amiante. Elles représentent près de 70 p. 100 de la valeur de toute la production minérale québécoise (tableau 9.1).

Le secteur minéral est concentré dans les régions de l'Abitibi et du Témiscamingue (or, cuivre, zinc) et de la Côte-Nord et du Nouveau-Québec (fer, fer titané), dont la production compte pour 60 p. 100 de la valeur des expéditions minérales de la province. Par sa production de matériaux de construction, la région de Montréal compte pour 13 p. 100 des expéditions. Suivent les régions de Québec (amiante) et de Chibougamau (or, cuivre). La carte minérale du Québec (figure 9.1) est présentée en annexe du présent document.

En 1986, les dépenses d'investissement dans le secteur minéral ont augmenté pour la troisième année consécutive, atteignant 731 millions de dollars. Les métaux précieux ont accaparé 48 p. 100 de ces dépenses concentrées à 61 p. 100 dans la région de l'Abitibi et du Témiscamingue.

Tableau 9.1
Expéditions minérales québécoises en 1986 et 1987*

Substances	Unités	Quantité		Valeur (000$)	
		1986	1987*	1986	1987*
Substances métalliques					
Argent	kg	62 232	122 497	15 730	37 856
Cuivre	t	51 622	50 060	105 412	120 344
Fer (minerai)	kt	13 471	15 550	c	c
Or	kg	28 342	30 547	465 286	576 739
Zinc	kt	37 126	82 650	45 108	105 296
Minéraux industriels					
Amiante	kt	541	510	178 036	214 213
Silice	kt	837	834	17 024	17 863
Tourbe	1 000 sacs (1)	7 770	7 376	30 059	26 439
Matériaux de construction					
Argile (produits d')	s.o.	s.o.	s.o.	29 621	35 758
Chaux	c	c	c	c	
Ciment	kt	3 249	3 731	190 289	227 340
Pierre	kt	36 066	40 485	172 194	200 172
Sable et gravier	kt	29 607	29 177	61 927	62 642
Combustible					
Gaz naturel		c	c.	c	c
TOTAL		s.o.	s.o.	192 690	2 713 394

Source: Service de la statistique et Service de l'économie minérale, ministère de l'Énergie et des Ressources, 1987

* : données préliminaires;
c : confidentielle;
s.o.: sans objet.
(1) sacs de 170 décimètres cubes.

Le produit intérieur brut du secteur minier était de 1455 millions de dollars en 1985, soit 39,3 p. 100 du secteur primaire et 1,6 p. 100 de l'ensemble de l'économie québécoise. L'industrie minérale employait 20 267 personnes-année en 1986. Répartis dans près de 550 établissements, ces emplois ont généré une masse salariale de 688 millions de dollars. Au niveau de la balance commerciale, les exportations de substances minérales et de produits de première transformation se chiffraient en 1985 à quelque 2,8 milliards de dollars, soit 14 p. 100 des exportations totales chargées au Québec.

Exportant environ 60 p. 100 de sa production, l'industrie minérale est évidemment fort sensible à l'évolution des facteurs susceptibles d'affecter le commerce international. Elle est également caractérisée par des facteurs de production "rigides", tels que la localisation et la spécificité de chaque opération, l'isolement, la durée d'exploitation, l'étendue de la période de valorisation, l'importance des investissements à consentir, le prix des substances et leur cyclicité, les impondérables reliés à la nature du minerai,...

9.3 LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX POUVANT DÉCOULER DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE

L'activité minière peut avoir des effets significatifs sur une ou plusieurs composantes environnementales (tableau 9.2). A des degrés divers et dans certains cas, une opération minière peut affecter certaines de ces composantes de la façon suivante:

La modification de la qualité du milieu aquatique:

- assèchement des cours d'eau, des plans d'eau ou des nappes souterraines;

- détournement de cours d'eau et gonflement du volume d'eau des cours d'eau et plans d'eau;

- changements dans les caractéristiques chimiques et physiques du milieu récepteur par les rejets des eaux de mines, des eaux usées de traitement du minerai, des eaux de refroidissement, des eaux de lixiviation des stériles, du minerai, ainsi que les rejets de boues lors des activités d'exploration et de mise en valeur, ce qui se manifeste par la présence de métaux lourds, de modification du pH, d'une augmentation de température, de matières en suspension et de sels dissous dans l'eau;

- déclin des activités récréatives.

La modification de la qualité du milieu atmosphérique:

- rejets de poussières provenant des activités de transport et de transbordement des minerais, de stériles, d'additifs, de matériaux divers, de produits intermédiaires et de rejets secs divers;

- rejets de poussières et autres matières dus à l'érosion éolienne des haldes d'élimination des stériles et autres rejets, et provenant des haldes d'entreposage de minerais, de concentrés, d'additifs, de matériaux divers et de produits intermédiaires;

- rejets de poussières provenant des activités de fragmentation des minerais;

- rejets de gaz nuisibles ou toxiques en provenance des activités de traitement des minerais et des traitements ultérieurs.

L'altération des sols:

- utilisation de lieux d'élimination des stériles et des résidus empêchant l'aménagement de ces grandes surfaces à d'autres fins;

- emprunt de matériaux de remblai hypothéquant des surfaces qui ne pourront être que partiellement récupérées;

- décapage des morts terrains, nivellement des sols et creusage de tranchées d'exploration hypothéquant l'utilisation de ces sols à d'autres fins;

- changements dans l'aménagement des sols.

La modification de la végétation:

- déboisement et défrichage détruisant la végétation pour plusieurs années (impact mineur);

- altération d'espèces ou de groupements végétaux rares ou menacés.

La modification de la faune:

- altération ou destruction d'habitats uniques ou exceptionnels, de sites de reproduction ou d'alimentation, d'abris, de corridors de migration, de haltes migratoires, de sites de frai et de corridors de montaisons;

- diminution des ressources cynégétiques et halieutiques.

Les nuisances au niveau humain:

- risques de déversement de réactifs, produits et matériaux dangereux;
- altération de l'esthétique des lieux;
- altération de la quiétude sonore des lieux (bruit, secousse sismique);
- contamination des sources d'eau potable;
- perte d'activités récréatives;
- danger pour la santé.

TABLEAU 9.2

PRINCIPAUX PRODUITS CHIMIQUES ET CONTAMINANTS RELATIFS AUX ACTIVITÉS MINIÈRES

I- Produits chimiques utilisés (liste non exhaustive) dans les usines de traitement de minerai et les mines

A. Produits en vrac
- acide chlorydrique
- acide nitrique
- acide sulfurique
- hydroxyde de calcium
- hydroxyde d'ammonium
- hydroxyde de sodium
- carbonate de sodium

B. Agents moussants
- huile de pin
- acide crésylique
- méthyle-isobutyle-carbinol

C. Agents collecteurs
- anthates
- crésols

D. Agents dépresseurs
- cyanure de sodium
- chaux
- sulfate de sodium
- sulfate de calcium
- sulfate de zinc
- silicate de sodium

E. Floculants, coagulants et aide-coagulants

F. Lubrifiants

G. Explosifs

II- Contaminants pouvant être présents dans certains lieux de rejets miniers au Québec

- arsenic
- cadmium
- cuivre
- chrome
- cobalt
- fer
- manganèse
- nickel
- mercure
- plomb
- zinc
- cyanures
- cyanates
- thiocyanates
- thiosulfates
- matières en suspension
- chlorures
- sulfates
- nitrates
- azote ammoniacal

Source: Environnement Canada, 1983.

9.4 LES PROFILS SECTORIELS

9.4.1 Les métaux précieux

En 1986, quelque 18 mines d'or, gérées par 13 compagnies différentes, ont produit pour 395 millions de dollars d'or et un peu plus d'un million de dollars en argent. La figure 9.2 présente les principaux sites d'exploitation des substances métalliques.

Les deux principales méthodes d'extraction utilisées sont les opérations à ciel ouvert et les opérations souterraines. Les impacts les plus forts des travaux d'exploration et de mise en valeur concernent l'eau, qui reçoit un apport supplémentaire de matières en suspension et de métaux lourds. À ce niveau, les impacts sont quand même mineurs lorsque contrôlés.

À l'étape de l'exploitation, les effets sur l'eau sont plus marqués. Les agents d'agression sont les mêmes et proviennent surtout des eaux d'assèchement et des matériaux rocheux extraits.

À l'étape de traitement du minerai, les effluents miniers contiennent de nombreux métaux lourds auxquels s'ajoutent les effets des cyanures, (principaux produits chimiques de traitement). Ils forment des composés qui altèrent la qualité des eaux réceptrices, induisant des stress souvent importants sur la faune aquatique.

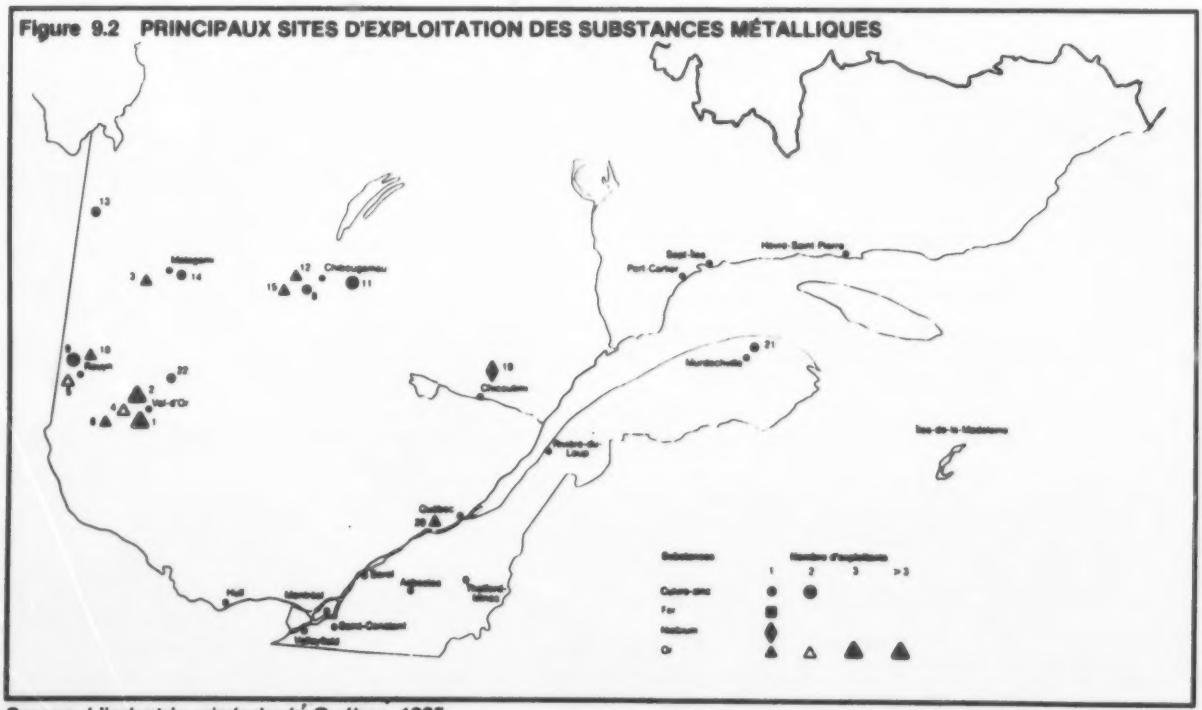
Les données disponibles sur le suivi de la qualité des effluents provenant des usines de lixiviation de l'or sont peu nombreuses. On possède cependant les résultats d'une étude sur la toxicité de quelques effluents d'usines traitant le minerai d'or. (voir tableau 9.3).

Chaque usine de traitement de minerai possède aujourd'hui un système de gestion des résidus, dont l'aire de confinement est le principal élément sur lequel on peut agir pour protéger la qualité de l'eau du milieu récepteur. Ces aires ou parcs sont conçus pour retenir l'eau suffisamment longtemps pour permettre l'oxydation partielle des cyanures et la précipitation des métaux. Pour les cyanures, ce mode de contrôle constitue aujourd'hui la technique la plus courante, basée sur le principe de dégradation naturelle.

Enfin, en termes d'impacts sur le sol, les aires de stockage des matériaux, autant de la roche stérile que des résidus de traitement, constituent en elles-mêmes une nuisance pour l'environnement.

L'industrie, surtout les nouveaux producteurs, se tourne maintenant vers de nouveaux systèmes de traitement, dont l'application demande cependant encore des ajustements.

Figure 9.2 PRINCIPAUX SITES D'EXPLOITATION DES SUBSTANCES MÉTALLIQUES



Source: L'industrie minérale du Québec, 1985.

Tableau 9.3
Toxicité de quelques effluents de mines d'or québécoises sur les alevins de truites arc-en-ciel (1982)

Concentrations mg/l						Toxicité DLSO (3)
CN_t (1)	CN_w (2)	CH	Zn	As	Pb	
0,12	0,02	0,03	0,005	1,8	———	Plus de 96 hres (4)
0,14	0,01	0,12	40,0	0,005	———	Moins de 15 hres
0,87	0,42	0,1	0,06	0,001	0,10	Plus de 96 hres (4)
———	1,35	2,8	0,34	0,05	0,02	Moins de 0,5 hres
3,3	3,1	3,65	3,04	0,001	———	24 hres
4,8	4,5	1,0	1,32	0,0002	———	Moins de 1 minute
21,0	16,2	0,32	2,54	0,012	0,02	Moins de 10 minutes
25,0	18,2	8,15	2,64	0,002	———	Moins de15 minutes
61,0	42,0	16,5	15,6	0,01	0,04	Moins de 5 minutes

(1) CN_t : Cyanure total
(2) CN_w : Cyanure disponible
(3) DLSO: Durée d'exposition nécessaire pour entrainer la mort de 50 p. 100 des poissons testés.
(4) La toxicité "DLSO" n'a pas été atteinte
Source: Ingles, J et J.S. Scott, 1987

9.4.2 Les métaux ferreux

En 1986, la valeur totale des expéditions se situait aux alentours de 800 millions de dollars. On comptait trois entreprises ayant la totalité de leurs opérations au Québec et deux autres installées à la fois au Labrador et au Québec (figure 9.2).

Les entreprises produisant du minerai de fer exploitent des mines à ciel ouvert et utilisent les méthodes habituelles d'extraction: forage, dynamitage, transport. Le traitement minéralurgique comprend les étapes de broyage, de classification, de séparation gravimétrique et de filtration. L'opération de bouletage du minerai fait usage de bentonite et de poudre de charbon; le durcissement des boulettes se fait dans des fours chauffés au mazout.

QIT-Fer et Titane inc. fait usage des mêmes méthodes d'extraction que les producteurs de minerai de fer. Le traitement du minerai d'ilménite comprend les étapes suivantes: enrichissement du minerai, grillage du concentré, mélange avec de l'anthracite, puis fusion dans des fours à arc, d'où l'on récupère la scorie de titane, et finalement, la fonte en gueuses.

Niobec inc. utilise la méthode de minage dite "par chambre et pilier". Le minerai de pyrochlore est traité dans un concentrateur d'une capacité de 2200 tonnes par jour. Le traitement fait appel au broyage, à la classification, à la flottation et à la lixiviation à l'acide chlorhydrique.

Les mines de fer et de fer-titane du Québec se caractérisent par de grandes superficies de sol perturbé. Par exemple, pour deux lieux d'extraction en exploitation il y a une dizaine d'années, on estimait à 900 hectares la superficie utilisée pour les déchets de mines et l'aire d'extraction. En ce qui concerne le sol, les déchets créent un problème d'érosion, responsable de la dispersion de contaminants dans l'environnement. La restauration de ces sites, comme mesure de contrôle de cette érosion, passe par l'implantation d'un couvert végétal, un défi de taille en raison principalement de la rigueur du climat des régions où sont situées ces mines.

Les mines de fer sont de très gros utilisateurs d'eau et, à ce titre, elles produisent un stress important sur cette dernière composante du milieu, notamment en raison de leurs rejets liquides de couleur rougeâtre.

Une étude d'impact sur les eaux rouges a démontré les répercussions suivantes: difficulté de survie pour la flore marine par manque de lumière; réduction de la faune benthique et changement d'habitat; modifications de nombreux habitats favorables à l'établissement de la faune aquatique (sédimentation sur les frayères); pour l'être humain, les eaux rouges constituent surtout une pollution esthétique. Cependant, il convient de mentionner que la seule mine de fer encore en exploitation traite de façon efficace ses eaux rouges par un procédé physico-chimique.

Enfin, l'exploitation de niobium crée des problèmes de qualité d'eau, provenant surtout des teneurs élevées en sels dissous et à un degré moindre, des matières en suspension et du radium. Ces éléments sont contenus dans les eaux de mine, qui sont rejetées dans les parcs à résidus.

9.4.3 Le cuivre et le zinc

Le Québec comptait, en 1986, 13 mines de métaux usuels, dont trois produisaient du zinc et les autres, du cuivre. La partie sud du territoire de la Baie-James compte à elle seule huit de ces mines. La production a fortement diminué de 1974 à 1982 et connaît depuis lors une relative stabilité. La valeur des expéditions des mines de métaux usuels était estimée à 309 millions de dollars pour 1986. Le sud du territoire de la Baie-James compte à lui seul huit mines de cuivre (figure 9.2).

Les entreprises produisant du minerai de cuivre et de zinc exploitent des mines souterraines ou à ciel ouvert et utilisent les méthodes habituelles d'extraction: forage, dynamitage, transport, concassage. Le traitement minéralurgique comprend les étapes de broyage, de classification, de flottation et de filtration.

Les effets de l'exploitation des mines de cuivre et de zinc se font surtout sentir sur les sols et l'eau par le rejet de stériles et de résidus de traitement. Les métaux lourds mis en solution et les réactifs sont les principaux contaminants produits. En plus du cuivre et du zinc, on retrouve parfois du cadmium et des matières en suspension (tableau 9.4).

TABLEAU 9.4

ÉTAT DE LA QUALITÉ DES EFFLUENTS FINAUX DES MINES ET DES USINES DE MÉTAUX DE BASE

NOM DU GISEMENT	Cu mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	Matières en suspension mg/l	pH	Commentaires
Abcourt - Barvue	NM	NM	NM	2,55	13	NM	Données de 1986
Camchib	0,08	NM	0,02	0,10	NM	8,5	Données de 1986
Cedar Bay	0,40	- 0,1	- 0,01	0,01	4	7,8	Validation 1984
Cooke	NM	NM	NM	NM	48	7,8	Effluent intermittent 1986
Cooper Rand	0,44	0,03	0,01	0,12	34	7,9	Validation 1987
Corbet	0,03	0,01	- 0,01	4,07	- 5	7,5	Données de 1986
Henderson 2	0,02	0,01	0,02	0,03	2	7,9	Validation 1987
Horne (Lac Séguin)	- 0,02	- 0,05	- 0,05	0,14	8	7,6	Données de 1986
Horne (Osisko - Nord)	1,62	0,05	0,07	3,33	4	3,8	Données de 1986
Lac Matagami	0,10	0,02	- 0,01	2,80	10	5,1	Données de 1982
Lac Tio (Allard)	NM	NM	NM	NM	NM	6,9	Données de 1986
Mine Mont - Wright	NM	NM	NM	NM	9	6,8	Données de 1986
Mines Gallen	- 0,02	NM	NM	0,42	NM	9,8	Données de 1986
Mines Gaspé	0,09	NM	NM	NM	3	7,5	Données de 1986
Mines Northgate	0,05	NM	0,06	NM	4	7,1	Données de 1986
Mines Selbaie	0,05	NM	- 0,05	0,06	3	8,0	Résultats de Jan. à Mars 1986
Mobrun	0,02	- 0,01	0,01	0,15	13	8,0	Validation 1986
Nicbec	0,03	0,01	0,01	0,03	32	7,0	Données de 1985
Norbec	0,02	0,06	0,04	0,11	13	9,9	Données de 1986
Norita	0,05	0,05	- 0,01	2,70	14	7,4	Données de 1982
Opémiska	0,02	0,02	0,01	NM	13	7,5	Données de 1986
Portage	0,04	0,02	0,01	0,02	27	7,6	Validation 1987
Remnor (Quémont 2)	- 0,02	- 0,05	- 0,05	0,06	3	9,9	Données de 1986
Wait Amulet	- 0,02	- 0,05	- 0,05	0,02	3	9,0	Données de 1986
Norme	0,15	0,3	0,2	0,5	25	5,5 à 9,5	

NM: paramètre non mesuré

* Normes selon la directive préliminaire no: 019

Source: Ministère de l'Environnement du Québec, 1986

Ce problème d'ordre chimique provient d'abord des résidus de traitement. Il peut également être rattaché à certaines haldes de roches stériles à potentiel acide. Le problème peut se développer durant l'exploitation et se poursuivre après l'abandon des opérations, si aucune mesure de traitement et de restauration n'est prise.

Le traitement à la chaux est la technique la plus courante pour lutter contre l'augmentation des métaux lourds et l'acidité des eaux. Actuellement, quatre de nos mines utilisent un traitement des eaux acides par addition de chaux, précipitant ainsi sur place les résidus de cuivre et de zinc contenus dans leurs effluents.

9.4.4 La fonte et l'affinage

Seules les entreprises s'alimentant en matières minérales extraites en partie au Québec sont considérées ici. Malgré leur nombre restreint, les problèmes sont cruciaux et font que ce secteur revêt une très grande importance sur le plan environnemental. L'air est de loin la composante la plus touchée. Viennent ensuite l'eau et le sol qui, par effet d'entraînement, subissent les conséquences de cette première pollution.

Cependant, sur le plan local, en raison d'un dépassement sporadique des normes de SO_2 pour l'air ambiant, les retombées au sol sont très significatives et contribuent à une acidification plus poussée des sols de la région.

A l'usine de la compagnie Q.I.T. Fer et titane de Sorel, le problème de la qualité de l'air se limite aux émissions particulaires. Par ailleurs, le complexe des hauts-fourneaux de Sidbec à Tracy ne pose pas de problème particulier.

Toujours en ce qui concerne la qualité de l'air, ce sont sans aucun doute les deux fonderies de cuivre existantes qui ont les impacts les plus grands. Elles sont responsables de plus de 60 p. 100 des émissions de SO_2 du Québec. De ces deux usines, celle de Rouyn-Noranda (Horne) est de loin la plus polluante, celle de Murdochville récupérant déjà 60 p. 100 de ses émissions par le biais d'une usine d'acide sulfurique. La fonderie Horne sera elle aussi équipée d'ici 1990 des mêmes moyens pour réduire de 50 p. 100 ses émissions de SO_2.

9.4.5 L'amiante

En 1986, les expéditions d'amiante ont totalisé 541 000 tonnes pour une valeur de 178 millions de dollars. Avec ces chiffres, l'amiante est la cinquième substance minérale au Québec.

Les entreprises produisant du minerai d'amiante exploitent des mines à ciel ouvert, sauf les Mines d'amiante Bell, et utilisent les méthodes habituelles de production: forage, dynamitage, transport, concassage. Le traitement du minerai comprend des étapes de séchage, de classification mécanique, de défibrage, de classification à l'air et d'ensachage.

Ce secteur a surtout des effets sur l'air, le sol et, de façon beaucoup moins sensible, sur l'eau. En 1977, la superficie couverte par tous les déchets rocheux et les stériles miniers des producteurs d'amiante du Québec était de 2573 hectares.

Ces mines, avec leurs aires de terrils, hypothèquent de grands espaces à l'intérieur de la périphérie urbaine des villes où elles sont situées. Concrètement, elles créent un problème d'esthétique, ainsi que des contraintes en matière de développement domiciliaire et d'urbanisme. Les fermetures des dernières années ont fait prendre conscience de l'ampleur des programmes de restauration à réaliser. Une technique d'implantation d'un couvert végétal sur les résidus se développe et pourrait apporter une solution satisfaisante aux populations concernées (figure 9.3).

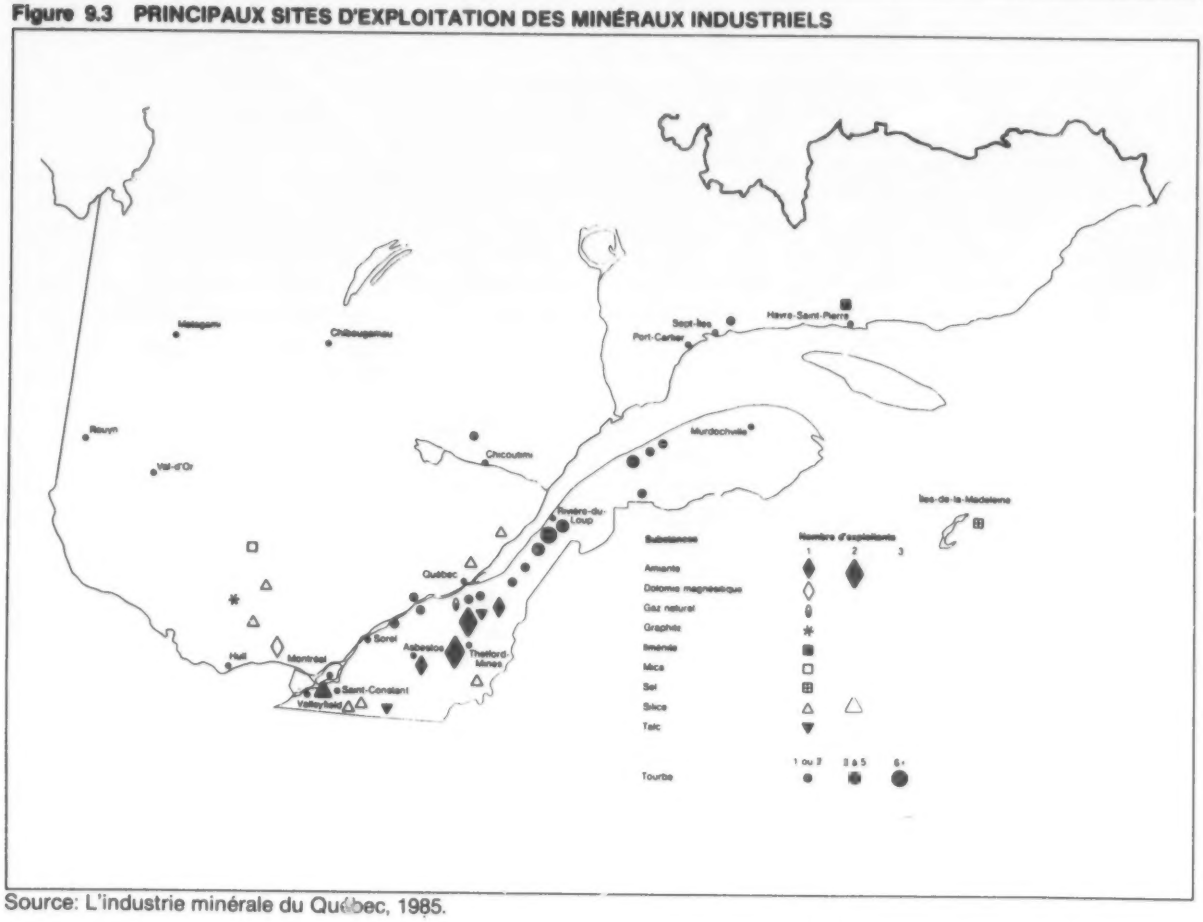
En ce qui concerne l'air, les émissions diffuses des haldes de résidus et, à un degré moindre, la centaine de points d'émissions rattachés aux usines de traitement ont fait l'objet d'une attention particulière sur le plan environnemental. En effet, l'installation de dépoussiéreurs et l'adoption d'un mode de gestion approprié des terrils par les exploitants ont rendu la qualité de l'atmosphère de ces villes comparable à celle d'autres villes industrielles.

Pour ce qui est des eaux, les rivières Bécancour, Nicolet et Danville reçoivent, à certaines périodes de l'année, une plus grande quantité de matières en suspension provenant des effluents de bassins de sédimentation construits comme palliatifs. L'impact sur le milieu aquatique est toutefois limité.

9.4.6 La tourbe

De 1980 à 1986, les expéditions de tourbe au Québec ont fluctué entre 4,8 et 7,8 millions de sacs, reflet des conditions climatiques changeantes de certaines années. En 1986, les expéditions québécoises se sont élevées à 7,8 millions de sacs.

Figure 9.3 PRINCIPAUX SITES D'EXPLOITATION DES MINÉRAUX INDUSTRIELS



Source: L'industrie minérale du Québec, 1985.

En 1987, la valeur des expéditions se situait à plus de 26 millions de dollars.

Les producteurs québécois utilisent une seule méthode d'extraction: le "vacuum". Des aspirateurs sont promenés, sur des terrains préalablement drainés, pour prélever la couche de fibres asséchées par le vent et le soleil.

Mise en tas à proximité des aires d'extraction, la tourbe est ensuite acheminée à l'usine où elle subira un tamisage, pour la débarrasser des particules de bois, puis une classification des fibres, avant d'être finalement emballée.

Du point de vue de l'environnement, l'exploitation d'une tourbière modifie la physionomie de l'aire d'exploitation, les populations d'organismes vivants qui la composent et le milieu aquatique en aval. Une fois l'exploitation terminée, la physionomie du lieu, bien que très altérée, ne présente pas un aspect dégradé, son aspect général étant celui d'une zone agricole.

Sur le site même de la tourbière, l'impact sur la flore peut porter sur certaines espèces végétales rares et confinées. Cette contrainte ne se retrouve cependant pas chez les espèces animales rencontrées sur ou près des tourbières. Durant la période d'exploitation, la qualité des eaux de drainage ne sera modifiée que par une augmentation des matières en suspension, sans aucun apport d'additifs étrangers.

Il n'y a pas eu, chez nous, d'expériences réalisées pour réaménager les aires abandonnées après production. Nous connaissons, cependant, des cas de tourbières rendues à l'usage agricole, en grande culture ou en culture maraîchère. Des expériences réalisées ailleurs laissent croire qu'on peut recycler les tourbières à des fins forestières ou encore les laisser se reconstituer d'elles-mêmes.

9.4.7 Les autres minéraux industriels

Les minéraux appartenant à cette catégorie sont la dolomie magnésitique, le gaz naturel, le graphite, le mica, le sel, la silice, le soufre et le talc. En 1986, la valeur des expéditions de ces substances s'est élevée à 49,6 millions de dollars.

L'extraction de ces minéraux se pratique généralement à ciel ouvert et ses effets sont à peu près identiques à ceux reliés aux matériaux de construction (voir section 9.4.8). Cependant, comme cette extraction a lieu en dehors des zones habitées, ces effets sont beaucoup moins marqués (figure 9.3).

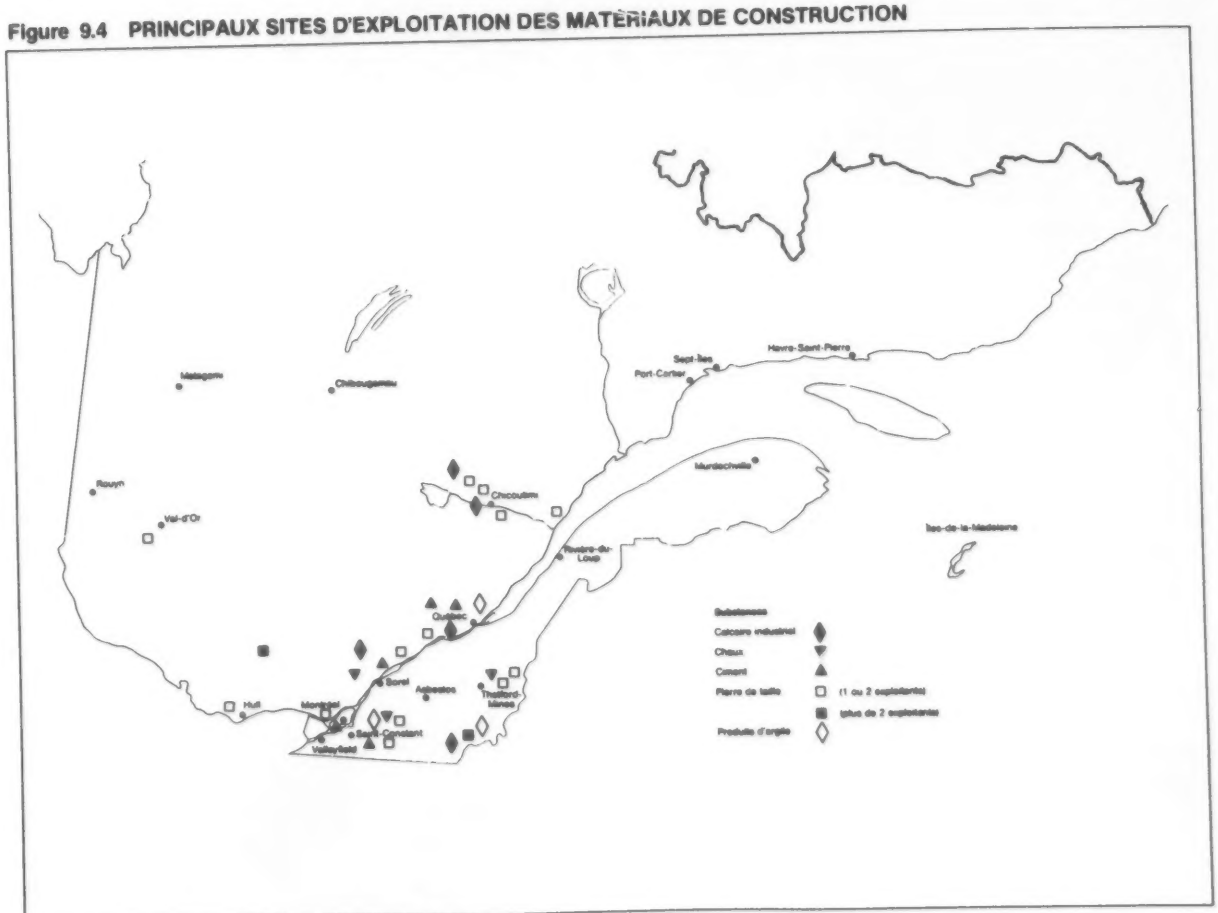
9.4.8 Les matériaux de construction

Ce secteur comprend la pierre, le sable et gravier, le ciment, les produits d'argile et la chaux (figure 9.4). Les trois dernières substances sont des produits manufacturés, tandis que la pierre et le sable et gravier appartiennent au secteur primaire. La production de ces matériaux est influencée par l'activité de la construction. La valeur des expéditions atteignait en 1986 plus de 450 millions de dollars.

En plus du bruit et des émissions de poussières qui persistent encore dans les zones urbaines et périphériques, le problème se traduit davantage, aujourd'hui, en termes de cicatrices, d'accessibilité du territoire et de circulation. Ces formes de nuisances sont jugées prioritaire et certaines mesures ont été prises depuis quelque temps de sorte que les composantes eau, air et sol ne sont maintenant touchées que localement ou très rarement.

Dans les régions rurales et éloignées, la tendance a été la même mais les changements moins marqués. Le plus important de ces changements est l'abandon par la population de la pratique du dépotoir à ciel ouvert dans les gravières et sablières après leur exploitation.

Figure 9.4 PRINCIPAUX SITES D'EXPLOITATION DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION



Source: L'industrie minérale du Québec, 1985.

9.5 CONCLUSION

La conscience écologique, au Québec, s'est considérablement développée ces dernières années, et l'exploitation des mines et des carrières a été perçue, par certains, comme une source potentielle de problèmes sérieux, particulièrement dans les régions nordiques, où l'on retrouve la presque totalité des exploitations de métaux. Plus au sud, dans les banlieues de villes et de villages, ce sont les carrières de pierre et de sable qui ont été jugées responsables de dégradations sévères.

Depuis une quinzaine d'années cependant, les efforts consentis ont débouché sur des progrès notables sur le plan des mesures préventives et de la restauration. Cette dernière exigera pour les années à venir un effort supplémentaire de la part des gouvernements et du secteur privé, tant au niveau de la recherche que de la réalisation. Cet effort devra s'harmoniser avec la conjoncture économique que connaîtra ce secteur industriel dans les années à venir, car il ne faut pas qu'il provoque une chute prononcée des investissements prévus pour la valorisation du potentiel minéral. On devra donc s'assurer d'adopter une approche permettant la coexistence des composantes économiques et environnementales propres à ce secteur.

BIBLIOGRAPHIE

ENVIRONNEMENT CANADA (1983), Mines, utilisation des terres et environnement, un aperçu général au Canada, no 22, p. 180, 190

HAWLEY JOHN R., (1977), The use, characteristics and toxicity of mine-mill reagents in the province of Ontario, Government of Ontario

INGLIS, J. and J.S. SCOTT (1987), State-of-the-art of processes for the treatment of gold mill effluents, Environnement Canada, Division des programmes industriels, Ottawa, p. 5.1 à 5.23

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES (1985), L'industrie minérale du Québec, Secteur Mines, Service de l'économie minérale, 131 p.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES (1987), Activité minière, Secteur Mines, Service de l'économie minérale, 29 pages + 7 annexes (non publié)

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUEBEC (1978), Les effluents liquides des mines de métaux du Québec: état de la situation en 1986, Direction générale des opérations, 35 pp.

CHAPITRE 10

L'INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE ET L'ENVIRONNEMENT

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	299
10.1	L'industrie manufacturière au Québec	300
10.2	Les impacts environnementaux	301
	10.2.1 Le secteur des pâtes et papiers	301
	10.2.2 La métallurgie primaire	303
	10.2.3 L'industrie chimique	304
10.3	Les interventions	309
	BIBLIOGRAPHIE	311

LISTE DES TABLEAUX

10.1 Utilisation des ressources et valeur ajoutée par l'industrie manufacturière, en 1984

10.2 Prélèvement annuel d'eau au Québec en 1981

10.3 Situation concernant le traitement des effluents des pâtes et papiers (début 1987)

10.4 Facteurs d'émission et émissions totales des alumineries, en 1980

10.5 Production d'aluminium, quantités et taux d'émissions de fluorures totaux au Québec depuis 1940

10.6 Mesures de protection de l'environnement en vigueur dans les alumineries québécoises

10.7 Effets de l'industrie chimique sur l'environnement

10.8 Estimation des déchets dangereux transportés annuellement au Québec

10.9 Origine des déchets éliminés par Tricil et Stablex en 1986

LISTE DES FIGURES

10.1 Localisation des principales usines de pâtes et papiers du Québec

10.2 Localisation des principales sources industrielles d'émissions fluorurées

INTRODUCTION

En plus de produire la plupart des biens que nous utilisons, le secteur manufacturier est aussi un secteur important de l'économie en termes de création d'emplois, d'investissements, de production, d'exportation, etc. Après un rappel de quelques-unes de ces données globales, on projette l'ombre environnementale du profil industriel qui montre certaines distorsions, par exemple entre l'importance en termes d'emploi et l'importance en termes de pollution. Par la suite sont exposées les données relatives aux principaux secteurs polluants.

10.1 L'INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE AU QUÉBEC

Le secteur manufacturier fournit du travail à plus de 560 000 personnes, soit environ un emploi sur cinq. Les secteurs des aliments, de l'habillement et du papier réunis emploient environ le tiers des travailleurs et travailleuses du secteur manufacturier au Québec.

La valeur des livraisons manufacturières était estimée à plus de 60 milliards de dollars pour 1986. Les secteurs des aliments, du papier, et des métaux primaires sont les plus importants et représentent environ le tiers du total québécois. Les biens non durables comptent pour environ 60 p.100 de la valeur des expéditions totales.

Au Québec, en 1986, les dépenses en immobilisations manufacturières ont atteint 3,8 milliards de dollars. Le secteur du papier, avec plus de 1,1 milliard de dollars à lui seul, les industries métalliques primaires (550 millions) et les industries chimiques (400 millions) ont effectué plus de la moitié de ces investissements. Une très grande partie de ces dépenses sert à remplacer ou à moderniser la machinerie et l'équipement des entreprises. Ces investissements importants représentent aussi une ouverture intéressante pour l'implantation de technologies propres.

Il y aurait présentement au Québec environ 12 000 établissements manufacturiers. L'habillement, l'imprimerie, la fabrication de produits métalliques et l'industrie du bois sont les secteurs qui comptent le plus d'établissements. Environ 45 p.100 des établissements manufacturiers importants se retrouvent sur le territoire de la Communauté urbaine de Montréal. L'industrie de l'habillement, du cuir et des produits électriques et électroniques y est en grande partie concentrée. Par contre, l'industrie du bois, celle des produits minéraux non métalliques et celle des aliments et boissons se retrouvent dans les autres régions du Québec.

Le secteur manufacturier québécois a consommé du combustible et de l'électricité pour une valeur de plus de deux milliards de dollars en 1984. Cette consommation d'énergie a ses propres impacts environnementaux directs et indirects qui sont examinés dans le chapitre sur l'énergie. Les secteurs du papier et de la métallurgie primaire consomment à eux seuls la moitié de toute cette énergie.

La valeur des matières premières consommées s'élevait à plus de 32 milliards de dollars en 1984, dont six milliards utilisés par le secteur des aliments et environ 4,5 milliards par le secteur pétrolier. Les secteurs du papier, de la métallurgie primaire et du matériel de transport sont aussi d'importants consommateurs de matières premières (tableau 10.1). L'industrie manufacturière utilise beaucoup d'eau, environ 55 p. 100 du total de l'ensemble des secteurs (tableau 10.2).

Tableau 10.1
Utilisation des ressources et valeur ajoutée par l'industrie manufacturière, en 1984

Secteur industriel	N. étab.	Comb. 000$	Matm. 000$	Vam. 000$
Industrie des aliments	898	149 824	6 092 146	2 280 473
Industrie des boissons	87	36 969	485 416	681 150
Industrie du tabac	13	5 597	302 553	439 973
Industrie des produits du caoutchouc	38	C	C	C
Industrie des produits en matière plastique	272	22 281	482 931	378 827
Industrie du cuir et des produits connexes	186	4 436	213 025	229 860
Industrie textile de première transformation	125	46 706	920 556	573 743
Industrie des produits textiles	298	40 194	664 897	503 603
Industrie de l'habillement	1 615	23 150	1 612 677	1 554 203
Industrie du bois	1 159	84 276	1 296 971	1 037 285
Industrie du meuble et des articles d'ameublement	635	15 326	406 019	491 824
Industrie du papier et des produits de papier	207	668 600	2 636 138	2 568 104
Imprimerie, édition et industries connexes	1 343	18 280	968 955	1 513 674
Industrie de première transformation des métaux	109	352 085	2 400 768	2 002 396
Industrie de la fabrication des produits métalliques	1 169	52 091	1 814 506	1 372 580
Industrie de la machinerie	336	17 298	409 988	595 799
Industrie du matériel de transport	267	49 292	2 427 075	1 937 226
Industrie des produits électriques et électroniques	333	41 009	1 461 074	1 670 636
Industrie des produits minéraux non métalliques	394	C	C	C
Industrie des produits du pétrole et du charbon	27	106 609	4 544 667	747 288
Industrie chimique	334	182 686	1 759 408	1 681 804
Autres industries manufacturières	804	C	C	C
TOTAL	10 649	2 063 150	32 148 316	23 841 789

N. étab.: Nombre d'établissements, C: Confidentiel, Comb. Combustible et électricité
Matm: Matières premières pour la production, Vam: Valeur ajoutée manufacturière, 000$: Milliers de dollars
Source: Bureau de la statistique du Québec, Statistiques des entreprises, compilation spéciale, 1987.

Tableau 10.2
Prélèvement annuel d'eau au Québec en 1981
(en millions de mètres cubes)

Secteurs	Municipalités	Industries manufacturières	Industries minières	Agriculture	Thermo-électricité	Total
Quantité	1 369	2 319	107	82	308	4 185
Pourcentage du total	32,7	55,4	2,6	1,9	7,4	100

Source: Bernier, Lise, 1987

La présentation habituelle de l'industrie manufacturière en 20 principaux secteurs industriels ne reflète aucunement l'influence de ces activités sur l'environnement. En tenant compte des informations disponibles en matière de pollution industrielle, il est possible de regrouper ces activités industrielles en fonction des pressions qu'elles exercent sur l'environnement.

Les secteurs les moins importants sont ceux du meuble, de l'imprimerie, du tabac et du cuir. Ceux du bois, du textile, des aliments et boissons sont de moyenne importance, tandis que les secteurs des minéraux non métalliques, des revêtements de surface et du pétrole sont considérés comme importants. Finalement, trois secteurs se détachent du peloton et se placent en tête de liste par leurs effets sur l'environnement. Il s'agit de la chimie, de la métallurgie et des pâtes et papiers.

10.2 LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

10.2.1 Le secteur des pâtes et papiers

Au Québec, 57 usines de pâtes et papiers sont actuellement en activité; elles sont réparties sur l'ensemble du Québec, du Témiscamingue à Port-Cartier (figure 10.1).

Très important du point de vue économique, ce secteur est probablement aussi celui qui exerce la plus forte pression sur l'environnement. Il utilise de grandes quantités de bois, d'eau et de produits chimiques. Ses effluents et ses émissions atmosphériques sont importants. Les quantités de déchets industriels qu'il produit sont considérables.

Le volume et le traitement des effluents

Le volume d'eau usée déversée par les fabriques de pâtes et papiers équivaut à la consommation d'environ 8 000 000 de personnes; il se déverse essentiellement hors réseau municipal (tableau 10.3).

Tableau 10.3
Situation concernant le traitement des effluents des pâtes et papiers (début 1987)

	Nombre d'usines	Pourcentage du volume des effluents
Fabriques:		
- Déversant au réseau municipal	7	0,7
- Hors-réseau municipal (traitement complet: 5) (traitement primaire seulement: 36)	41	89,8
- Sans traitement	9	9,5
Total	57	100,0

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de l'assainissement industriel, 1987

Figure 10.1 LOCALISATION DES PRINCIPALES USINES DE PÂTES ET PAPIERS AU QUÉBEC

Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de l'assainissement industriel, 1980.

En termes de demande biochimique en oxygène (DBO_5), le secteur des pâtes et papiers émet une charge polluante comparable à celle de 17 000 000 de personnes. Les matières polluantes qui provoquent cette demande sont des matières organiques provenant des procédés de mise en pâte. Pour résoudre ce problème, il faut soit récupérer et recycler les matières dissoutes ou encore remplacer les procédés très polluants à bas rendement par des procédés moins polluants à haut rendement. Comme mesure complémentaire, on doit faire subir aux effluents des traitements secondaires.

Les effluents des usines de pâtes et papiers contiennent aussi beaucoup de matières en suspension et de matières toxiques. Les matières en suspension sont en majeure partie organiques. Il s'agit de fibres de bois. Un traitement primaire est utilisé pour résoudre ce problème. Des 57 usines de pâtes et papiers en activité, neuf n'étaient pas conformes aux normes relatives aux matières en suspension au début de 1987.

Pour les substances toxiques, un inventaire est en voie de réalisation, concernant notamment les acides gras et résiniques et les composés phénoliques, mais aucune compilation n'existe en ce qui a trait à leur enlèvement par les traitements primaires existants ou par les cinq traitements secondaires utilisés.

Les émissions de polluants

Différentes catégories de polluants sont émises dans l'air par les usines de pâtes et papiers. Les données pour 1985 indiquent qu'environ 36 000 tonnes métriques de SO_2 (dioxyde de soufre), une des causes des précipitations acides, ont été libérées. Ce polluant provient autant de la combustion que du procédé de fabrication. Plusieurs usines émettent également dans l'atmosphère des particules provenant des chaudières à écorces et/ou des chaudières à mazout. Les usines utilisant le procédé kraft émettent également de l'hydrogène sulfuré.

Les déchets solides

Les industries de pâtes et papiers produisent de grandes quantités de déchets, principalement des écorces et des copeaux, des boues organiques et inorganiques. Pour l'ensemble des usines, les écorces rejetées peuvent atteindre 4000 tonnes par jour, les boues primaires 800 tonnes par jour et les autres déchets solides, 600 tonnes par jour.

Plus de 90 p. 100 des écorces et 50 p. 100 des boues primaires sont incinérées. Le reste de ces boues et les autres déchets (au total 1000 tonnes/jour) sont enfouis à 85 p. 100 dans une trentaine de lieux privés et 15 p. 100 dans des lieux d'enfouissement sanitaire.

Des technologies plus propres

Des efforts sont faits du côté de la valorisation des déchets et du contrôle des effluents et des émissions dans l'air. Ainsi, des mesures de protection environnementale et de conservation d'énergie ont été mises en place: écorçage à sec, recyclage de l'effluent de l'écorceuse, accroissement du recyclage des eaux blanches, chaudière de récupération, amélioration de l'efficacité de combustion des chaudières alimentées par les déchets de bois, récupération de produits chimiques dans les usines au bisulfite et valorisation énergétique.

En plus de diminuer le débit et la charge avant traitement, ces mesures ont permis, dans plusieurs cas, de récupérer de la matière première et de diminuer la consommation d'énergie.

10.2.2 La métallurgie primaire

L'industrie métallurgique primaire, aussi désignée sous le nom de "première transformation des métaux" ou "métaux primaires", comprend plusieurs sous-industries, telles les industries sidérurgiques, les fonderies de fer, les industries de la fonte et de l'affinage des métaux non ferreux ainsi que les industries du laminage, du moulage et de l'extrusion de ces métaux.

Bien que ce secteur ne compte qu'une centaine d'établissements au Québec, son apport économique est très important, car plusieurs de ces établissements sont de très grande taille. Ces entreprises consomment beaucoup de matières premières et d'énergie. En plus de la bauxite et des minerais de fer, de zinc et de cuivre, ce secteur utilise différentes matières: alcalis, coke et brai, huiles bentonites, fluorure de calcium, etc.

Il n'est donc pas surprenant que ce secteur soit parmi les secteurs prioritaires du point de vue de l'environnement, surtout en raison de ses déchets inorganiques (toxiques ou non toxiques) et de ses effluents de matières organiques et inorganiques, souvent toxiques. En ce qui concerne la pollution de l'air, mentionnons, à titre d'exemple, que les alumineries émettent du dioxyde de soufre (SO_2), des particules et des fluorures; les aciéries, des particules, du SO_2 et du monoxyde de carbone; les fonderies de métaux ferreux, du monoxyde de carbone et des particules, tandis que l'extraction des métaux non ferreux émet plusieurs contaminants dans l'air, dont des oxydes de soufre et des particules.

La production primaire de métaux est le secteur qui produit la plus grande quantité de déchets industriels. Une estimation préliminaire du secteur situe son volume de déchets industriels à près de 2,2 millions de tonnes par an, excluant les boues rouges du traitement de la bauxite.

Les résidus non dangereux de ce secteur se répartissent ainsi:

- scories	300 000 tonnes/an
- poussières, sauf quelques cas isolés	300 000 tonnes/an
- oxydes, sauf quelques cas isolés	300 000 tonnes/an
- certaines boues plutôt inertes	incomplet
- rebuts métalliques	recyclés
- certains réfractaires (briques à feu, silice, etc.)	incomplet

Les résidus dangereux sont les liqueurs de décapage (solutions acides), les brasques d'aluminium, les huiles, les solvants, les savons et détergents, certaines boues (sédimentation) et autres résidus particuliers.

Une partie de ces résidus industriels est recyclée; le reste est soit entreposé, enfoui ou éliminé. Cependant, certains de ces résidus ont un potentiel de valorisation intéressant comme les brasques, les poussières ou les oxydes.

Les alumineries

Implanté en territoire québécois depuis 1902, ce type d'industrie a connu une expansion rapide de sa capacité de production, particulièrement durant la Seconde Guerre mondiale. Quarante ans plus tard, au début des années 80, nous assistons à sa modernisation de même qu'à une nouvelle croissance de sa capacité de production. Avec le niveau actuel de production et ses perspectives de croissance, le Québec devrait donc continuer à être un des leaders mondiaux dans ce domaine.

La production de l'aluminium nécessite, en premier lieu, la préparation de la matière première, l'alumine. Celle-ci est ensuite introduite dans des cuves électrolytiques, où s'effectue la réduction.

Les émissions atmosphériques proviennent, en partie, de la production et de la manutention de l'alumine, de la fabrication des électrodes (anodes et cathodes), mais surtout du procédé électrolytique lui-même. Lors de la production de l'alumine, les contaminants émis sont les matières particulaires et le SO_2. Dans la fabrication des électrodes, on rejette des particules, du SO_2 et du NO_2. Le procédé électrolytique libère des particules, du SO_2, du monoxyde de carbone, des hydrocarbures et des fluorures (tableau 10.4). La production de l'aluminium de première fusion est une activité qui émet des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans l'atmosphère.

L'industrie de l'aluminium est sans contredit la principale source d'émissions industrielles de fluorures au Québec et au Canada. Au Québec, elle est responsable de 91 p. 100 des émissions de fluorures; sept sources principales ont été identifiées, soit les alumineries de Baie-Comeau, Alma, Jonquière, La Baie, Shawinigan, Melocheville et Bécancour, ainsi que l'usine de fabrication de phosphore élémentaire de Varennes (voir figure 10.2). La quantité totale de fluorures émis dans l'atmosphère par les alumineries québécoises depuis 1940 serait de 234 563 tonnes (tableau 10.5). En plus des émissions atmosphériques, les fluorures émis dans l'environnement par les alumineries peuvent se retrouver comme contaminants d'effluents liquides et de déchets solides.

Le souci d'épurer les émissions n'est apparu qu'après la Seconde Guerre mondiale. Les impératifs de production engendrés par l'effort de guerre, l'absence de connaissance sur les dommages causés par les fluorures et un manque de technologie adéquate sont, en grande partie, responsables de cette situation. Depuis cette époque, des progrès ont été accomplis dans tous les secteurs, en particulier au cours des dix dernières années (tableau 10.6).

10.2.3 L'industrie chimique

Ce secteur se caractérise par des immobilisations et des dépenses en recherche et développement fort importantes. L'industrie chimique compte environ 330 établissements au Québec, les plus importants étant situés dans la région de Montréal. Ceux-ci utilisent différents produits organiques et inorganiques susceptibles de nuire à l'environnement. Des matières toxiques se retrouvent dans les effluents, les émissions et surtout les déchets (tableau 10.7).

Tableau 10.4
Facteurs d'émission* et émissions totales des alumineries, en 1980

Sources	Particules	Oxyde de soufre	Oxyde d'azote	Hydrocarbures	Monoxyde de carbone	Fluorures totaux
A) Production de l'alumine						
1) Broyage de la bauxite	22 (0,19)	—	—	—	—	—
2) Calcination (hydrate d'alumine)	2310 (2,01)	3965	—	—	—	—
3) Manutention et stockage de la bauxite	2870 (2,5)	—	—	—	—	—
B) Fabrication des électrodes						
1) Calcination (coke et anthracite)	2455 (6,85)	12745 (35,53)	7715 (21,5)	—	—	—
C) Production de l'aluminium						
1) Électrolyse de l'alumine	17 875 (22,41)	26 890 (33,7)	—	1037 (1,3)	96 855 (121,4)	4 695 (5,88)
2) Autres étapes du procédé	3265 (4,1)	—	—	—	—	—

* Les facteurs d'émission calculés pour l'ensemble des alumineries sont indiqués entre parenthèses, suivant le chiffre des émissions. Ils sont exprimés en Kg/tonne:

En A: d'alumine produite - en B: de coke calciné - en C: d'aluminium produit

Source: Leroux, Mario, 1983

Tableau 10.5
Production d'aluminium, quantités et taux d'émissions de fluorures totaux (Ft) au Québec depuis 1940

Décennie	Production d'aluminium (tonnes)	Émissions de fluorures totaux (tonnes)	Taux moyen d'émissions (Kg Ft/t A1)	Quantités d'émissions journalières maximales moyennes (Kg Ft/j)
Baie-Comeau				
1957-1959	109 000	1 308	12	
1960-1969	901 000	10 812	12	4 573
1970-1979	1 391 000	16 692	12	
1980-1983	614 000	7 368	12	
Alma				
1943-1949	140 000	3 100	22,0	
1950-1959	649 000	13 800	21,3	3 780
1960-1969	979 000	10 300	10,5	
1970-1979	897 000	6 700	7,5	
1980-1983	299 000	810	2,7	
Jonquière				
1940-1949	2 425 000	27 400	11,3	
1950-1959	2 748 000	27 500	10,0	
1960-1969	2 862 000	22 500	7,9	7 534
1970-1979	3 400 000	21 000	6,2	
1980-1983	1 720 000	6 100	3,5	
La Baie				
1982-1983	177 000	73	0,41	100
Shawinigan				
1940-1949	287 000	6 300	22	
1950-1959	516 000	7 900	15	
1960-1969	629 000	13 700	22	3 753
1970-1979	706 000	9 200	13	
1980-1983	344 000	1 400	4,1	
Melocheville				
1943-1949	42 000	1 000	23,8	
1950-1959	274 000	6 300	23,0	1 726
1960-1969	227 000	5 200	22,9	
1970-1979	360 000	5 800	16,1	
1980-1983	188 000	2 300	12,2	

Source: Conseil consultatif de l'environnement, 1986

TABLEAU 10.6

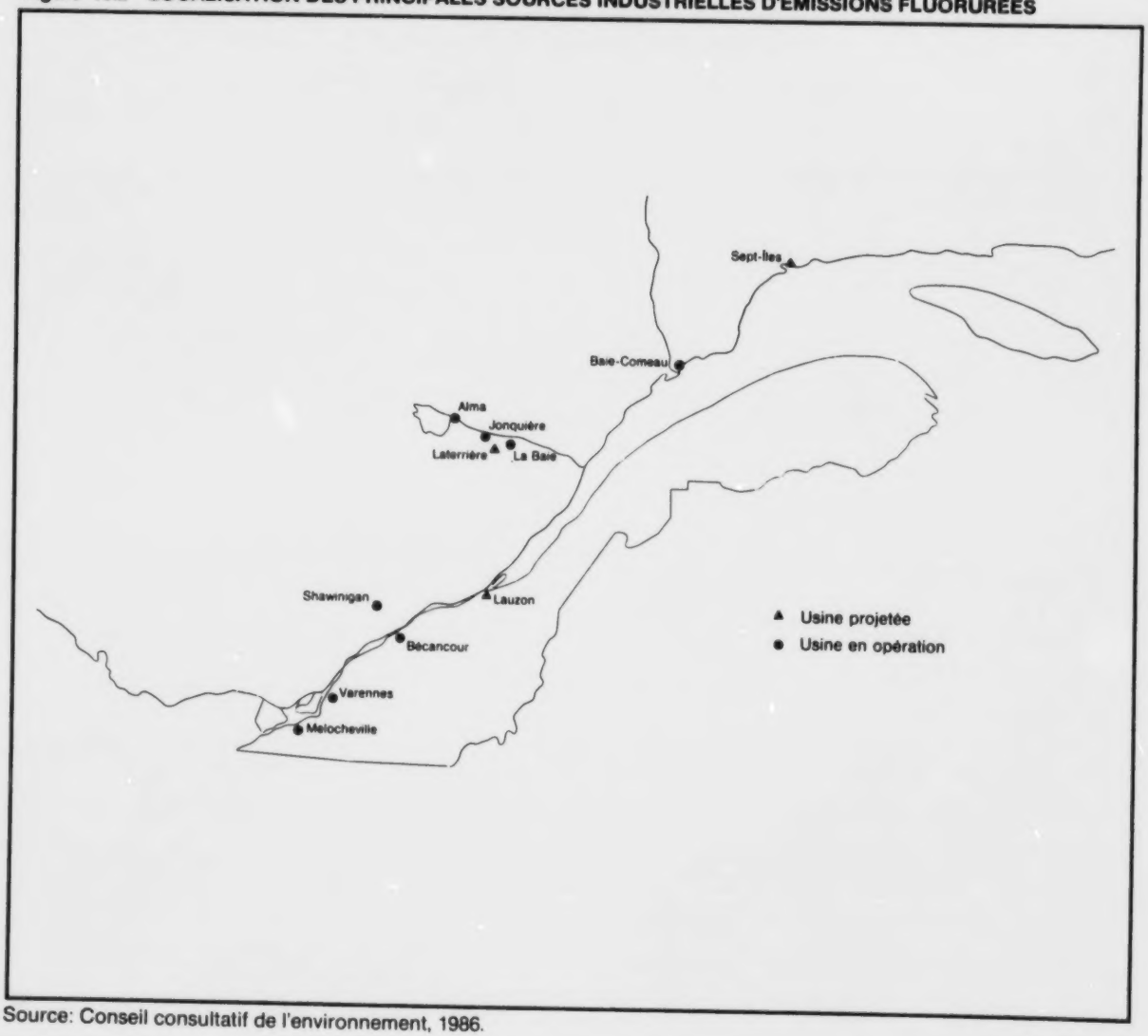
MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT EN VIGUEUR DANS LES ALUMINERIES QUÉBÉCOISES

ALUMINERIE / SOURCES	BAIE-COMEAU	ALMA	JONQUIÈRE	LA BAIE	SHAWINIGAN	BÉCANCOUR	MELOCHEVILLE
SALLES DE CUVES	Depuis 1984 - voie sèche à lits d'alumine	Voie humide à lits de billes flottantes	Depuis 1923 - voie humide à lits de billes flottantes	Depuis 1962 - voie sèche à lits d'alumine	Voie humide à lits de billes flottantes	Depuis 1976 - voie sèche à lits d'alumine	Voie humide à lits de billes flottantes
FOURS DE CUISSON DES ANODES	——	——	Avant broyage des mégots, nettoyage afin d'éliminer le plus possible les fluorures.	Avant broyage des mégots, nettoyage afin d'éliminer le plus possible les fluorures. Voie sèche à lits d'alumine.	——	Avant broyage des mégots, nettoyage afin d'éliminer le plus possible les fluorures. Voie sèche à lits d'alumine.	——
EFFLUENTS LIQUIDES	En provenance des salles de cuves, ne s'applique pas en raison de l'épuration à sec. Depuis 1984, traitement des eaux de lixiviation des brasques par résines échangeuses d'ions et précipitations.	En provenance des épurateurs à voie humide des salles de cuves, transport par camion jusqu'à l'URC* de Jonquière.	En provenance des salles de cuves, circuit fermé collecté à l'URC*. Effluents de l'URC* traités à la chaux dans les usines d'alumine de Jonquière avant dépôt avec les boues rouges aux bassins de sédimentation.	En provenance des salles de cuves, ne s'applique pas en raison de l'épuration à sec.	Traitement à la chaux puis déversement dans un bassin de sédimentation. Trop plein à l'égout.	En provenance des salles de cuves, ne s'applique pas en raison de l'épuration à sec. Traitement des eaux de lixiviation des brasques par précipitation des ions fluorures à l'aide d'un composé de Ca.	Traitement complet des effluents en provenance des épurateurs à voie humide.
DÉCHETS SOLIDES	Avant 1984, brasques entreposées en plein air. Depuis 1984, bâtisse pour stocker les déchets solides et enfouissement de la réserve dans un site imperméabilisé.	Après 1981, transport des brasques dans leur caisson aux installations de Jonquière sans entreposage local.	Après 1984, stockés pour un an dans une bâtisse puis entreposés sur le site dans des membranes imperméables naturelles. Mégots d'anodes recyclés dans la fabrication de nouvelles anodes.	Transport au site d'entreposage de Jonquière. Mégots d'anodes recyclés dans la fabrication de nouvelles anodes.	Après 1981, transport des brasques dans leur caisson aux installations de Jonquière sans entreposage local.	Brasques devront être entreposées sur une surface imperméable. Les boues de CaF du traitement des eaux de lixiviation devront être acheminées vers un récupérateur autorisé. Mégots d'anodes à être recyclés dans la fabrication de nouvelles anodes.	Après 1981, transport des brasques dans leur caisson aux installations de Jonquière sans entreposage local.

* URC .- usine de récupération de la cryolithe.

Source: Conseil consultatif de l'Environnement

Figure 10.2 LOCALISATION DES PRINCIPALES SOURCES INDUSTRIELLES D'ÉMISSIONS FLUORURÉES



Source: Conseil consultatif de l'environnement, 1986.

La fabrication de différents produits par l'industrie chimique n'est pas la seule source de risque pour l'environnement. Une fois ces produits fabriqués, d'autres entreprises les utilisent et doivent par la suite les éliminer. De plus, leur transport n'est pas sans présenter de sérieux risques environnementaux (tableau 10.8).

La destruction des déchets industriels

Le secteur industriel vise de plus en plus à réduire la quantité de déchets qu'il produit. Cependant, si on additionne les déchets de l'année à ceux qui sont stockés et à ceux qui sont découverts dans des lieux contaminés, il devient nécessaire d'avoir recours à un équipement de destruction spécialisé.

Tricil, de Mercier, incinère environ 40 000 tonnes métriques de déchets industriels organiques, alors que Stablex, située à Blainville, traite environ 55 000 tonnes métriques de déchets industriels inorganiques. Les déchets éliminés par ces deux compagnies proviennent du Québec, de l'Ontario ou des États-Unis (tableau 10.9).

Tableau 10.7
Effets de l'industrie chimique sur l'environnement

Matières premières utilisées	Air	Ressources en eau		Déchets solides et sols	Risques d'accidents	Autres: bruits, hygiène et sécurité des travailleurs, produits de consommation
		Quantité	Qualité			
Composés inorganiques et organiques	Gros pollueur: composés organiques (benzène, toluène), odeurs, composés inorganiques		Composés organiques, métaux lourds, solides en suspension, DCO, cyanures	Gros pollueur: boues des traitements des polluants atmosphériques et polluants de l'eau	Risques d'explosions, d'incendies et de déversement	Exposition à des substances toxiques, produits éventuellement dangereux

Adapté de : O.C.D.E., État de l'environnement, 1985

Tableau 10.8
Estimation des déchets dangereux transportés annuellement au Québec

	Pourcentage	Nombre de transports calculés	Valeur calculée (tonnes)
Huiles, eaux huileuses, huiles usées, hydrocarbures	36,5	4 745	71 175
Boues organiques, goudron, latex	1,1	143	2 145
Boues inorganiques, boues, poussières, brasques	27,5	3 575	53 625
Solvants chlorés	3,7	481	7 215
Solvants non chlorés	11,7	1 527	22 905
Acides bases	8,8	1 144	17 160
Cyanures	1,1	143	2 145
BPC	2,8	364	5 460
Déchets de laboratoire	1,6	208	416
Substances radioactives	1,9	247	3 705
Autres, cendres, sols contaminés	3,3	429	6 435
TOTAL	100	13 006	192 386

Évalué selon les informations recueillies lors de l'émission des numéros de circulation.
Source: Ministère de l'Environnement, Direction des substances dangereuses, 1986.

Tableau 10.9
Origine des déchets éliminés par Tricil et Stablex en 1986

	Lieux d'élimination	
	Tricil; déchets organiques (tonnes métriques)	Stablex; déchets inorganiques (tonnes métriques)
Québec	34 000 (85 p. 100)	16 500 (30 p. 100)
Canada sauf Québec	3 000 (7,5 p. 100)	3 850 (7 p. 100)
États-Unis	3 000 (7,5 p. 100)	34 650 (63 p. 100)
Total	40 000 (100 p. 100)	55 000 (100 p. 100)

Source: Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la récupération et du recyclage, 1986.

Les déchets organiques dangereux sont souvent des mélanges complexes de différentes substances, dont certaines contiennent des groupements halogénés. Or, l'incinérateur de Mercier ne peut brûler efficacement les déchets organiques halogénés à cause de sa trop basse température de fonctionnement.

Les déchets reçus par Stablex sont constitués principalement d'acides, de bases, de cyanures ou de boues d'hydroxyde métallique. Dans un premier temps, ces déchets sont traités pour les amener à leur état le plus stable et le moins toxique. Ensuite, les déchets stabilisés sont mélangés à différents ingrédients pour former une sorte de béton. Finalement, le déchet est enfoui dans une cellule étanche.

Même s'il est nécessaire, l'ajout de nouveaux équipements d'élimination est retardé par la difficulté de trouver des lieux appropriés. Le public est de plus en plus sensibilisé aux problèmes d'environnement. Il craint l'installation de tels équipements, le transport et la manutention des déchets dangereux à proximité de secteurs résidentiels.

10.3 LES INTERVENTIONS

Plusieurs problèmes de pollution industrielle pourraient être éliminés par l'utilisation de technologies propres ou par la valorisation des déchets industriels.

Des exemples de réemploi de déchets industriels

Plusieurs déchets dangereux sont recyclés. Par exemple, la soude caustique provenant de l'usine de production de profilé d'aluminium de la compagnie Reynolds sera utilisée dans le système de traitement des effluents chez Reichhold. La soude caustique usée produite par la raffinerie Shell sera utilisée par la compagnie de pâtes et papiers Cascades East-Angus. Certaines quantités de soufre suivent un itinéraire semblable en partant de la raffinerie Ultramar pour aboutir à l'usine de pâtes et papiers de la compagnie Reed. Du sulfate de fer provenant de Ivaco, une entreprise oeuvrant dans la transformation secondaire des métaux, sera ensaché et vendu par la compagnie CIL. Il y aurait avantage à ce que de tels échanges entre différentes firmes se multiplient.

Un exemple de technologie propre

La société QuéNord s'est établie au Québec en 1979 pour y produire du chlorate de sodium. Ce produit sert principalement à la fabrication de bioxyde de chlore, un agent de blanchiment utilisé dans le secteur des pâtes et papiers. Il est obtenu par électrolyse d'une solution aqueuse de chlorure de sodium, communément appelée sel de table.

En 1985, QuéNord décide de construire une nouvelle usine capable de produire trois fois plus que

la première. Le traitement de l'effluent est remplacé par le recyclage complet des courants contaminés. Un système de refroidissement en circuit fermé, muni d'instruments servant à détecter la moindre contamination, permet d'effectuer les corrections qui s'imposent à l'étape même du procédé de fabrication, avant toute possibilité de contamination de l'effluent et de ses composantes. L'usine dispose d'un système doublement sécuritaire pour l'environnement.

QuéNord rejette au cours d'eau un effluent de qualité exceptionnelle. L'usine ne renvoie en fait que les eaux de purge de ses tours de refroidissement, un débit périodique du condensat des systèmes de cristallisation, les eaux résiduaires du traitement de ses eaux usées domestiques et les eaux pluviales.

Des exemples d'amélioration des technologies existantes

Malheureusement, le zéro effluent n'est pas toujours atteint et d'ici à ce qu'il soit économiquement possible, il faudra continuer à traiter les effluents. À titre d'exemple, les effluents de laiterie chez Agrinove ont d'abord été réduits à la source (récupération et recyclage), puis prétraités pour en extraire les protéines et le gras (réutilisés en alimentation animale). Mais le lactose et des sels minéraux présents obligent à traiter biologiquement l'effluent avant rejet.

De même, il est possible de réduire les émissions de polluants dans l'air par diverses actions à la source: l'optimisation des conditions d'opération d'un procédé industriel, le remplacement d'une source d'énergie polluante par une autre qui l'est moins, l'amélioration ou la modification des procédés ou des équipements de production. Par exemple, l'utilisation de bains au lithium permet de réduire les émissions de fluorures produits par l'électrolyse de l'aluminium. Mais l'action à la source est rarement suffisante. Il est très souvent nécessaire de traiter les effluents gazeux afin d' éliminer les particules et les gaz nocifs qu'ils contiennent.

Au cours des dernières années, des progrès ont été réalisés dans le secteur de la dépollution industrielle. Ainsi, concernant les effluents, exception faite des usines de pâtes et papiers, dont la situation a été décrite en détail précédemment, sur plus de 8800 usines inventoriées en dehors de la CUM, 1800 ont été retenues comme potentiellement polluantes. Un certain nombre de ces usines (environ 20 p. 100) a signé des programmes d'assainissement. Cependant, l'effort d'assainissement a porté jusqu'à maintenant essentiellement sur les polluants conventionnels (notamment les matières en suspension, DBO_5). Avec le développement des connaissances sur la composition et les impacts des effluents industriels, il devient évident que l'assainissement devra être à l'avenir plus complet pour enlever les toxiques.

De même, concernant les émissions atmosphériques, la situation s'est améliorée. En effet, il y a quelques années, 128 établissements industriels du Québec avaient été retenus pour participer au programme d'assainissement de l'air. Aujourd'hui, sur ces 128 établissements, environ 75 p. 100 ont les équipements adéquats pour fonctionner conformément aux normes. Des travaux correctifs ont été demandés aux entreprises non conformes.

En 1984, les émissions de SO_2 au Québec totalisaient quelque 726 000 tonnes métriques, soit une baisse de plus de 30 p. 100 par rapport à 1980. Environ 80 p. 100 de cette réduction est permanente, l'autre partie résultant d'une diminution de la production industrielle. Les réductions importantes ont été réalisées dans le secteur de la combustion des combustibles fossiles à des fins de chauffage, dans les fonderies de métaux non ferreux puis, à un degré moindre, le transport et les autres procédés industriels.

À l'avenir, de façon à compléter les interventions précédentes, les implantations industrielles devront se faire en tenant davantage compte de la capacité des milieux récepteurs et de l'aménagement du territoire.

BIBLIOGRAPHIE

BERNIER, LISE, "L'analyse de l'utilisation de l'eau", dans Milieu, no 35, décembre 1987, pp. 15 à 18.

BISSON, M., 1986. "Introduction à la pollution atmosphérique", Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de l'assainissement de l'air, 135 p.

BRULOTTE, RAYNALD ET D. GIGUÈRE, 1986. "Évolution des émissions de dioxyde de soufre au Québec", dans L'ingénieur, mars-avril.

BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC, 1987. Statistiques des entreprises, compilations spéciales.

CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT, 1986. Avis sur les fluorures d'origine industrielle dans l'environnement québécois, Tome 1, 221 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1986. Rapport sur l'état de l'environnement au Canada, 273 pages.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1983. Inventaire des connaissances sur les sources de pollution dans le fleuve Saint-Laurent, Tronçon Cornwall-Sorel, Service de la protection de l'environnement, 68 p.

FORTIN, LOUISON, 1987. La valorisation des résidus industriels, texte pour une présentation à l'Association pour la prévention de la contamination atmosphérique, 15 p.

LEROUX, MARIO, 1985. Problématique sur la présence dans l'atmosphère des hydrocarbures aromatiques polycycliques, Direction de l'assainissement de l'air, 61 p.

LEROUX, MARIO, 1983. Rapport final, Inventaire des émissions de polluants atmosphériques, Québec (1980), 56 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1987. L'assainissement des eaux usées industrielles: un bilan prometteur, Communiqué du Cabinet du ministre, 4 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1987. L'autre manière d'assainir les eaux usées industrielles, (Fiches sur les technologies propres), Gestion et assainissement des eaux.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1981. Politique québécoise de gestion des déchets industriels, 19 pages.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1980. Le recyclage des résidus industriels, 16 pages.

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE, 1987. Le secteur manufacturier et le commerce au Québec: bilan 1986 et perspective 1987, Québec, 46 p.

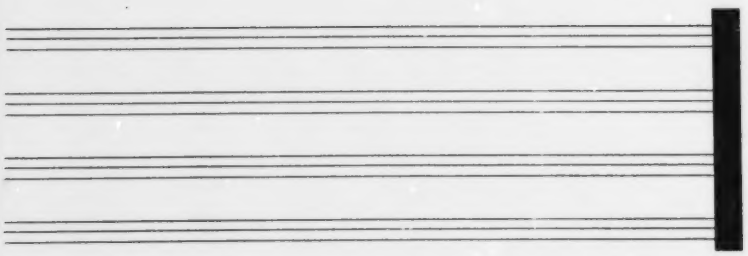
ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (O.C.D.E.), 1985. L'État de l'Environnement, 293 p.

OUELLET, DENIS ET PIERRE DODDRIDGE, 1983. "La problématique des déchets industriels au Québec", dans Le chimiste, mai 1983, pp. 8 à 10.

SEGUIN, BERNARD, ET AUTRES, 1986. "Bilan du programme de contrôle des rejets industriels de la Communauté urbaine de Montréal", dans Sciences et techniques de l'eau, vol. 19, pp. 345 à 354.

STATISTIQUE CANADA, 1986. Activité humaine et l'environnement, un compendium de statistiques, 375 pages.

ZALOUM, RONALD, 1985. "Les sources industrielles", dans Milieu, no 29, p. 14 à 17.



CHAPITRE 11

L'ÉNERGIE

TABLE DES MATIÈRES

11.1 Le contexte énergétique québécois 317

11.2 L'énergie et l'environnement 319

11.2.1 L'hydro-électricité 319

11.2.1.1 La production 319
11.2.1.2 Le transport 321
11.2.1.3 La distribution 323

11.2.2 Le pétrole 325

11.2.2.1 Le transport 325
11.2.2.2 Le raffinage 325
11.2.2.3 L'entreposage 326

11.2.3 Le gaz 326

11.2.4 Le charbon et le coke 327

11.2.5 Les énergies non conventionnelles 327

11.2.5.1 L'énergie nucléaire 327
11.2.5.2 Les énergies renouvelables 329

BIBLIOGRAPHIE 331

LISTE DES TABLEAUX

11.1 Évaluation des économies d'énergie au Québec, par secteur économique

11.2 Incidences possibles des lignes de transport d'électricité sur l'environnement

11.3 Travaux de déboisement - Superficies totales et superficies traitées

11.4 Stock de BPC, par secteur et par province (1985)

11.5 Rejets des raffineries de pétrole en 1985

11.6 Impacts environnementaux potentiels du secteur énergétique

LISTE DES FIGURES

11.1 Part de chaque forme d'énergie dans le bilan énergétique

11.2 La production et le transport d'électricité au Québec

11.3 Réseaux de transport du gaz naturel au Québec en 1985

11.4 Réseau de cheminement des radioéléments

11.1 LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE QUÉBÉCOIS

On a souvent considéré que le développement des ressources énergétiques et la protection de l'environnement visaient des objectifs opposés. En réalité, ils ont, dans une société industrielle, des objectifs complémentaires. Les évènements des années 1970 où la crise de l'énergie a entraîné une hausse considérable des prix ont eu pour effet de diminuer le gaspillage et d'améliorer, en général, le rendement de l'utilisation de l'énergie dans le secteur économique. Cela va tout à fait dans le sens des nouvelles valeurs de protection de l'environnement. Dans cette perspective, l'évolution de la consommation d'énergie fournit des signes encourageants.

L'évolution de la consommation

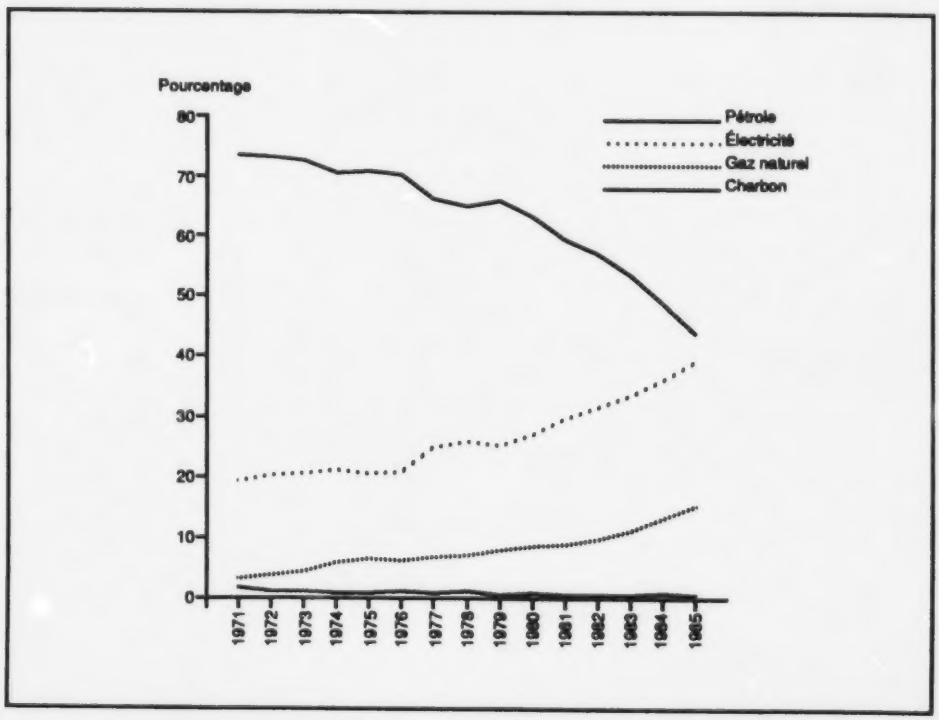
De 1971 à 1985, la consommation totale d'énergie du Québec est passée de 28,7 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) à 29,2 millions de tep, soit une augmentation de 1,7 p. 100. En fait, cette apparente stabilité camoufle une évolution très contrastée.

De 1971 à 1974, la consommation totale d'énergie a poursuivi la forte croissance observée durant la décennie précédente. A partir de 1975, à la suite de la première crise de l'énergie, on a assisté à une diminution en valeur absolue de la consommation totale d'énergie du Québec. Ce n'est que depuis 1985 que cette consommation augmente de nouveau, mais à un taux de croissance beaucoup plus faible que par le passé. En 1985, la consommation totale du Québec a augmenté pour une deuxième année consécutive et a atteint 29,2 millions de tep.

On constate une relative stabilité dans la répartition de la consommation québécoise d'énergie par secteur de consommation. La modification rapide du rôle joué par chaque forme d'énergie dans le bilan énergétique québécois constitue l'un des phénomènes les plus marquants de ces dernières annnées (figure 11.1). En 15 ans, on a assisté à une réduction très significative de la part du pétrole au profit du gaz naturel et de l'électricité, et cela conformément aux objectifs poursuivis par le gouvernement du Québec dans le secteur énergétique.

FIGURE 11.1

LA PART DE CHAQUE FORME D'ÉNERGIE DANS LE BILAN ÉNERGÉTIQUE



Le bilan des économies d'énergie

Après la première crise de l'énergie, différents programmes incitatifs se sont traduits par des progrès intéressants en termes d'économie d'énergie (tableau 11.1). Dans le secteur résidentiel, l'économie réalisée de 1966 à 1981 (30,5 p. 100) montre l'importance de cette diminution. De 1981 à 1986, la baisse de la consommation énergétique a été de 20 p. 100. Un facteur important pour expliquer cette baisse dans le secteur résidentiel reste le mouvement continu de conversion du système de chauffage au mazout. C'est ainsi que, de 1981 à 1986, la part du mazout dans le chauffage est passée de 48 p. 100 à 27 p. 100.

Pour le secteur industriel, la baisse de l'intensité énergétique pour la période 1962-1981, est beaucoup plus faible que dans le secteur résidentiel. On y remarque même une augmentation pour la première et la troisième période.

Dans le secteur tertiaire, qui comprend des édifices des réseaux scolaire et hospitalier, la consommation énergétique pour la période de 1970 à 1980 a connu une baisse de l'ordre de 40 p. 100. De 1981 à 1986, la baisse a été de 11,6 p. 100, ce qui nous permet de noter que le rythme de la baisse a nettement ralenti. Cela s'explique par le fait que, de 1970 à 1980, les mesures d'économie d'énergie adoptées étaient faciles d'application et peu coûteuses, tandis qu'après 1980, les investissements nécessaires pour réaliser de nouvelles économies d'énergie sont plus importants et les solutions souvent plus complexes.

Les facteurs qui expliquent l'économie d'énergie dans le secteur des transports ont trait à l'allègement des véhicules, à l'utilisation de systèmes de transmission plus efficaces et à une plus grande efficacité des moteurs. On remarque que la consommation énergétique pour le transport interurbain des personnes et des marchandises a diminué de façon importante par rapport au transport urbain.

Tableau 11.1
Évaluation des économies d'énergie au Québec par secteur économique

Secteur	Période	Variation par période en pourcentage
Secteur résidentiel consommation totale/nb.log.	1966-1973 1973-1978 1978-1981 1981-1986	- 12,9 - 7,9 - 13,3 - 20,1
Secteur industriel milliers tep/millions $	1962-1973 1973-1978 1978-1981 1981-1986	+ 2,77 - 8,32 + 8,86 - 8,86
Secteur tertiaire (consommation./surf. plancher)	1970-1981 1981-1986	- 40,4 - 11,6
Secteur transport tep/10^6 passager-kilomètre	71-71 et 73-78 1981-1986	2,1 et 7,1 - 17,3
Transport: urbain interurbain camionage maritime tep/10^6 tonne-kilomètre	1973-1978 1973-1978 1973-1978 1981-1986 1973-1978 1981-1986	- 0,7 - 25,9 - 9,6 - 5,8 - 38,3 - 27,2

De 1981 à 1986, la conversion des systèmes de chauffage au mazout est telle que la part du mazout n'est plus que de 27 p. 100 en 1986, comparé à 49 p. 100 en 1981
Source: Adapté de Louchard 1986

11.2 L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT

Pour un nombre de plus en plus grand de citoyens, l'amélioration de la qualité de la vie doit dépasser le simple accroissement de notre approvisionnement en énergie, pour tenir compte des incidences environnementales découlant de son utilisation. L'énergie prend différentes formes: l'hydroélectricité, le pétrole, le gaz naturel, le charbon; il y a aussi les énergies non conventionnelles telles que l'énergie nucléaire, l'énergie solaire, l'énergie éolienne et la biomasse.

Le cycle énergétique se compose de plusieurs stades: l'extraction, la transformation, le transport, la consommation et l'évacuation des résidus énergétiques. Chaque stade a des effets multiples sur l'environnement ainsi que sur la santé humaine, ce que les sections subséquentes montrent.

11.2.1 L'hydroélectricité

11.2.1.1 La production

On a cru longtemps que les barrages n'entraînaient aucune répercussion sur l'environnement, sauf lors de leur rupture. Cependant, des conséquences se manifestent souvent à des endroits éloignés et longtemps après la construction, par une chaîne de causes et d'effets souvent très subtiles. Au Québec, les réservoirs couvrent de très grandes superficies et leurs effets se font sentir sur de vastes territoires.

On compte plus d'une soixantaine de réservoirs et d'ouvrages de retenue. Le complexe La Grande couvre 11 335 km², si l'on fait la somme de ses cinq réservoirs. Cette superficie représente près de 20 fois celle de l'île de Montréal. LG2 est le plus grand réservoir du Québec, avec 2835 km². Deuxième en importance, le réservoir Manicouagan couvre 1950 km². Ensemble, les réservoirs totalisent actuellement 21281 km², ce qui représente 1,4 p. 100 de la superficie du Québec, eaux intérieures comprises. La phase II du complexe La Grande pourra ajouter près de 2000 km² à ces superficies.

La construction d'un barrage et la création d'un réservoir sur une rivière entraînent des modifications du milieu, qui se font sentir en amont et en aval. En amont, on remarque une augmentation des fluctuations annuelles, la sédimentation et la conservation de la chaleur dans l'eau retenue. En aval, ce sera plutôt une diminution de la variation annuelle du niveau de l'eau, l'érosion et le refroidisssement de l'eau.

Avec la création d'un réservoir, le débit de la rivière diminue et les chutes et rapides sont submergés. De telles variations des niveaux d'eau peuvent avoir des effets importants. La diminution de la variation annuelle des niveaux fait en sorte que les sédiments déposés dans la rivière par les affluents ne sont plus emportés et forment des bars et des deltas.

L'érosion des rives entraîne une augmentation de la surface totale et, indirectement, une augmentation du taux d'évaporation. Elle entraîne également une modification de la capacité d'emmagasinement du réservoir. L'érosion peut induire la formation de plages utiles pour la récréation.

Le régime thermique des eaux risque d'être modifié lors de la création de barrages. Les eaux en aval du barrage seront plus froides ou plus chaudes selon les saisons et selon la profondeur du barrage. La physicochimie de l'eau peut également être modifiée. Au cours des premières années après la mise en eau, la décomposition des matières organiques submergées induit une consommation en oxygène dissous et une libération de CO_2, d'ions et d'éléments nutritifs. Après quelques années, les niveaux tendent à se rétablir à ce qu'ils étaient auparavant. De plus, on remarque que la libération de CO_2 et le lessivage des sols terrestres ont causé une légère acidification de ces eaux au faible pouvoir tampon.

La diminution de l'oxygène dissous dans l'eau peut provoquer également une augmentation de la concentration des substances réduites comme les ions sulphures, ferreux et manganeux. Si cette eau de mauvaise qualité est déversée par une conduite forcée située en profondeur, elle peut parcourir plusieurs kilomètres avant de se réoxygéner et ainsi redevenir de bonne qualité.

Les populations planctoniques, benthiques et les poissons.

La création de réservoirs rend disponible le phosphore lessivé des terres inondées. Ce nutriment entraîne une hausse des populations phytoplanctoniques et d'algues fixes et, par le fait même, une augmentation de la production primaire dans les eaux concernées. Il s'ensuit une hausse de la population de zooplancton et ainsi de suite le long de la chaîne alimentaire.

Les populations benthiques risquent de demeurer stables à proximité des anciens plans d'eau. Celles qui s'en éloignent risquent de s'appauvrir. Beaucoup d'organismes vivant dans les eaux courantes n'ont aucune chance de survie dans les eaux stagnantes et inversement. Ainsi, des organismes disparaîtront et seront remplacés par d'autres lors du harnachement d'un cours d'eau.

Quant aux populations de poissons, elles augmentent de façon générale dans les premières années de mise en eau d'un barrage, dans la mesure où les conditions qui prévalent dans le réservoir correspondent aux exigences particulières de leur espèce. Dans les réservoirs de la Baie James, récemment mis en eau, le grand corégone et le cisco de lac se sont bien adaptés aux eaux plus profondes et froides des plans d'eau formés. Pour le brochet, l'augmentation des sites de frai et le maintien d'un niveau d'eau plus élevé durant la période d'incubation des oeufs ont favorisé sa reproduction. Par contre, la formation de ces réservoirs a réduit le nombre de cours d'eau, donc de frayères à meuniers rouges, meuniers noirs et à dorés.

On remarque également que toutes les espèces dans les réservoirs ont un meilleur taux de croissance et un coefficient de condition (rapport poids sur longueur) plus élevé que dans les lacs environnants à la suite, entre autres, de la plus grande disponibilité de nourriture.

En résumé, les modifications apportées au milieu aquatique, que ce soit au régime thermique, aux niveaux d'eau (marnage) ou aux propriétés chimiques, favoriseront les populations les mieux adaptées aux nouvelles conditions ; elles auront, par conséquent, un meilleur succès de reproduction.

La construction de barrages occasionne souvent des entraves aux migrations des populations. Les poissons anadromes quittent la mer et retournent dans les rivières où ils sont nés. Lorsqu'un barrage s'érige sur cette rivière près de son embouchure et qu'il constitue un obstacle infranchissable pour cette espèce, l'empêchant d'accéder à ses frayères natales, les stocks de poissons de cette rivière disparaissent.

De plus, les barrages construits plus en amont peuvent également constituer une menace aux stocks de poissons en détruisant les indices menant aux frayères. Les poissons sont retardés et peuvent mourir avant d'arriver à destination. Les poissons catadromes, comme l'anguille, qui naissent dans la mer et passent leur vie adulte dans l'eau douce sont aussi dérangés dans leur déplacement.

La contamination des poissons par le mercure est un problème préoccupant. Le mercure est présent naturellement dans le sol du Québec, notamment dans les roches ignées et métamorphiques du bouclier canadien. L'inondation de vastes étendues peut libérer ce mercure et peut également libérer le mercure présent à l'état naturel dans la végétation.

Dans les milieux naturels de l'ensemble du territoire de la Baie-James, les concentrations en mercure dans les chairs du grand corégone, du meunier rouge et de l'esturgeon de lac sont généralement inférieures à 0,2 mg/kg, tandis que des concentrations supérieures à la norme canadienne de commercialisation (0,5 mg/kg) sont atteintes ou même dépassées pour des poissons de taille moyenne chez le doré, le grand brochet et le touladi.

La création des réservoirs du complexe La Grande a entraîné une augmentation significative (facteurs d'augmentation variant de 1,5 à 6,1 selon l'espèce et le réservoir) de la concentration du mercure total dans les chairs de poissons des cinq espèces étudiées. Le retour à des concentrations similaires à celles rencontrées dans le milieu naturel s'effectue après de longues périodes de temps; dans le réservoir Gouin, 67 ans après sa mise en eau, les concentrations se maintiennent à 1,19 mg/kg pour le grand brochet et le doré.

En aval de la centrale de La Grande 2, les concentrations en mercure dans les chairs du grand corégone, du meunier rouge et de la lotte sont de 2 à 3 fois plus élevées que celles rencontrées dans les réservoirs. Des observations semblables ont été faites sur le parcours de la rivière Churchill et en aval du réservoir Manic 5. La forte hausse des concentrations de mercure serait attribuable à la dévalaison de proies provenant du réservoir et aux changements de comportement alimentaire des espèces habituellement non prédatrices.

La faune, le territoire, le climat

Comme pour les populations de poissons, les modifications apportées par la création d'un réservoir favorisent les espèces qui trouvent, dans ce nouvel habitat, des conditions qui leur sont directement profitables ou indirectement par la baisse de compétition entre espèces. Les espèces dites riveraines, comme le castor, sont plus touchées à court terme par la modification du milieu que ne le sont les espèces terrestres comme le renard.

Il semble que le castor, le rat musqué et la sauvagine tirent profit de ces nouvelles conditions. Par contre, les amphibiens, orignaux et lagopèdes semblent défavorisés à la suite des pertes encourues dans la végétation riveraine et aquatique.

L'impact le plus important pour le milieu terrestre consiste dans la perte des terres inondées pour les activités agricoles, forestières ou autres. De plus, l'esthétique et l'utilisation du plan d'eau peuvent être diminuées par la présence, dans la zone riveraine, d'arbres laissés en place.

En général, les berges des réservoirs se stabilisent très lentement et les écotones se reconstituent difficilement. Au réservoir Gouin, au début des années 80, on n'avait pas atteint un équilibre avantageux pour la faune terrestre et la faune aquatique. Au lac Sainte-Anne, l'équilibre est toujours précaire. Les rives très escarpées, une grande quantité de bois flottant et un important marnage annuel contribuent à maintenir ces conditions de déséquilibre.

Pour ce qui est du climat, il peut se produire de petits changements sur la température, les précipitations et le vent. En règle générale, l'influence se fait sentir sur le terrain environnant sur une distance égale à la distance que parcourt le vent au-dessus de l'eau. Après la création d'un réservoir, les roses de vents sont généralement allongées dans la direction du fetch le plus long. Le nombre de jours de vent fort augmente et la fréquence des vents légers diminue.

Les estuaires

Le changement des débits saisonniers naturels des rivières et des fleuves peut entraîner des conséquences importantes sur l'écologie des milieux marins limitrophes. Par exemple, dans le bassin du fleuve Saint-Laurent, on retient dans les lacs réservoirs de grandes quantités des eaux de ruissellement printanières que l'on retourne ensuite au fleuve durant les périodes de faible débit naturel d'automne et d'hiver.

Le débit printanier et estival, à l'entrée du golfe du Saint-Laurent, est ainsi coupé dans une proportion variant de 30 p. 100 à 50 p. 100. Cette modification de l'écoulement naturel entraîne des changements importants dans la physique et la dynamique des eaux de l'estuaire, du golfe et de sa zone côtière limitrophe. Le bilan calorifique est modifié, entraînant une hausse de la température de l'eau de surface.

Une réduction de la circulation et de la remontée d'eau, au printemps et durant l'été, diminue l'apport de nutriments. Les changements dans la salinité de l'eau de la couche de surface contribuent également à perturber la reproduction de plusieurs espèces marines et par la même occasion la structure de la communauté.

Le développement du complexe hydroélectrique de la Baie-James entraîne des modifications de débits importantes dans les rivières Eastmain et La Grande, dont les répercussions sur la productivité générale de la Baie James sont à l'étude.

11.2.1.2 Le transport

Les lignes de transport à haute tension constituent des éléments importants du réseau et peuvent avoir plusieurs incidences sur l'environnement (tableau 11.2). En 1986, les lignes de transport et de répartition s'étendaient sur 28 069 km (figure 11.2).

Ces lignes traversent tous les types de milieux. Les exigences de sécurité obligent la coupe de la végétation et le contrôle de la repousse sur une largeur correspondant à l'emprise des lignes. La superficie de ces emprises est de 1000 km^2 au Québec.

Au cours des dernières années, la superficie totale des emprises à entretenir est passée de 15 000 hectares à 100 000 hectares. La superficie traitée annuellement est de 10 à 15 p. 100 du total (tableau 11.3). Depuis 1976, le déboisement mécanique est utilisé plus fréquemment comme mode de contrôle. Cependant, les phytocides sont encore utilisés sur près de 10 000 hectares annuellement. Les programmes d'entretien tiennent compte des contraintes environnementales tant au niveau des phytocides utilisés que des modes d'application recommandés. Il est impossible actuellement de connaître les quantités d'herbicides utilisées annuellement dans cette opération.

TABLEAU 11.2

INCIDENCES POSSIBLES DES LIGNES DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ SUR L'ENVIRONNEMENT

EFFETS DE LA CONSTRUCTION ET DE L'ENTRETIEN

- Défrichement des terrains sur la zone d'emprise au sol
- Entretien des routes de desserte
- Tassement du sol et autres dommages physiques dus aux activités de construction
- Obstacle à l'agriculture en raison de la présence de pylônes
- Atteinte à l'esthétique du paysage par les pylônes et par les lignes
- Utilisation de pesticides

DANGER DE CHOCS ÉLECTRIQUES AVEC LES LIGNES

EFFETS CORONA

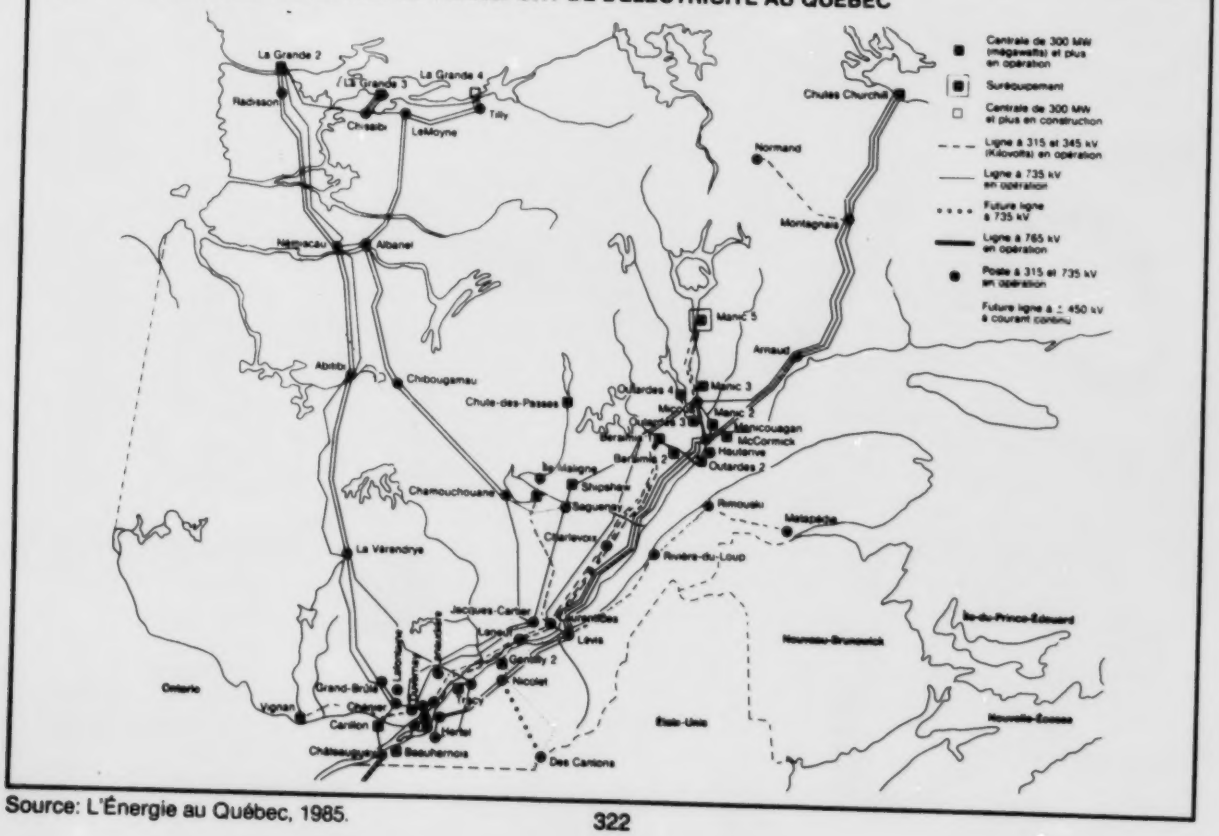
- Interférences avec les émissions radiophoniques et de télévision
- Bourdonnement
- Production d'ozone et d'oxydes d'azote

EFFETS DES CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES

- Chocs électriques induits (transitoires et continus)
- Effets biologiques des champs électriques et magnétiques
- Perturbation du fonctionnement des stimulateurs cardiaques

Source: OCDE, 1985

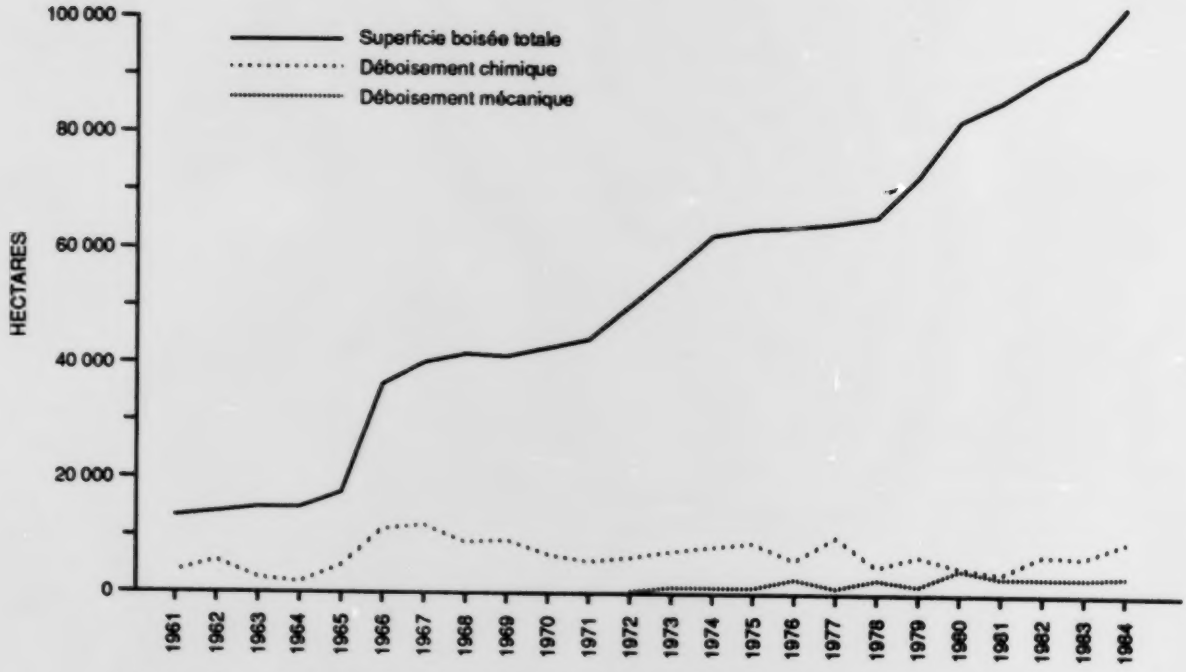
Figure 11.2 LA PRODUCTION ET LE TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ AU QUÉBEC



Source: L'Énergie au Québec, 1985.

TABLEAU 11.3

TRAVAUX DE DÉBOISEMENT
SUPERFICIES TOTALES ET SUPERFICIES TRAITÉES



Source: Hydro-Québec, "Modes d'intervention sur la végétation, méthodologie de sélection", 1987.

11.2.1.3 La distribution

La distribution de l'électricité nécessite une multitude de postes de transformation. Dans ces postes, on met en place des transformateurs qui étaient remplis, jusqu'à tout récemment, d'un produit d'une grande stabilité: les biphényles polychlorés (BPC). On estime à environ 5000 tonnes la quantité de BPC à haute concentration, contenue surtout dans des équipements électriques comme les transformateurs et les condensateurs. Un grand nombre de ces équipements sont encore en service dans les postes de transformation extérieurs ou dans divers édifices publics ou commerciaux, usines, etc... (tableau 11.4).

Parmi les principaux utilisateurs québécois, on retrouve l'Hydro-Québec, la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal, l'ALCAN, les usines de pâtes et papiers et les industries minières. Une stratégie gouvernementale a été mise sur pied récemment afin d'assurer une gestion et une élimination sécuritaire de ce composé. Hydro-Québec a entrepris, en 1986, un programme de remplacement des équipements contenant des BPC. Plus de 5000 condensateurs et quelque 50 transformateurs ont déjà été remplacés. Ce programme se poursuivra jusqu'en 1992.

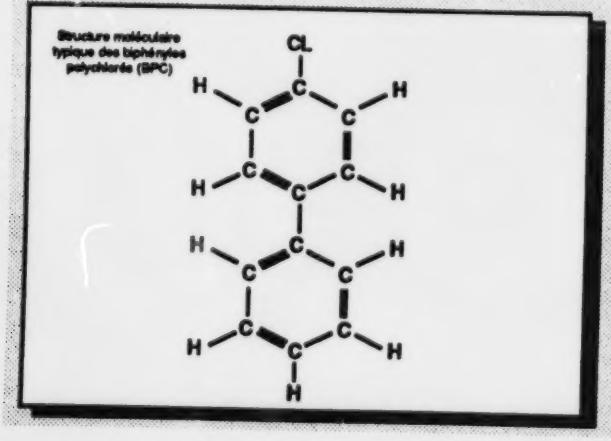
TABLEAU 11.4
Stocks de BPC, par secteur et par province (1985)

Application	électricité	mécanique	stockage en vue de l'élimination [1]	Total	Pourcentage du total pour le Canada
Colombie-Britannique et Yukon	1 462.2	9.8	224.3	1 696.3	7.0
Alberta	607.1	0	5 011.7	5 618.8	23.1
Saskatchewan	596.1	0	21.5	617.6	2.5
Manitoba	451.5	0	17.3	468.8	1.9
Territoires du Nord-Ouest	101.0	0	5.8	106.8	0.4
Ontario	8 680.1	8.8	880.6	9 569.5	39.5
Québec	4 781.7	0	233.3	5 015.0	20.6
Nouveau-Brunswick	392.7	0	21.3	414.0	1.7
Nouvelle-Ecosse	372.3	0	49.8	422.1	1.7
Île-du-Prince-Edouard	14.1	0	0.8	14.9	0.1
Terre-Neuve	322.9	0	43.6	366.5	1.5
TOTAL	17 781.7	18.6	6 510.0	24 310.3	100.0
p. 100 du total pour le Canada	73.1	0.1	26.8	100.0	

[1]Comprend le stockage commercial et sur place
Source: Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement, 1986

QUE SONT LES BPC?

Les biphényles polychlorés (BPC) sont des produits synthétiques constitués de chlore, de carbone et d'hydrogène. Synthétisés pour la première fois en 1881, les BPC sont relativement résistants à la combustion, très stables, non conducteurs d'électricité et peu volatils à des températures normales. Ces propriétés ainsi que d'autres en ont fait la composante souhaitable d'une large gamme de produits industriels et de consommation. Or, certaines de ces mêmes propriétés rendent les BPC dangereux pour l'environnement en particulier leur extrême résistance à la décomposition chimique par les processus naturels de l'environnement.



POURQUOI LES BPC SONT-ILS DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT?

Ironique retour des choses, c'est l'une des propriétés des BPC qui a le plus contribué à leur utilisation généralisée dans l'industrie - leur stabilité chimique - qui cause le plus grave préjudice à l'environnement. Cette inhabituelle persistance, jointe à sa tendance à s'accumuler le long des chaînes alimentaires fait que les BPC sont stockés et concentrés dans l'environnement plutôt que dispersés. Cette bioaccumulation suscite des préoccupations du fait que les BPC sont largement répandus dans l'environnement global et à cause des effets potentiellement toxiques qu'ils ont sur divers organismes, y compris les humains.

QUELS SONT LES EFFETS DES BPC SUR LA SANTÉ?

Les spécialistes s'accordent généralement pour dire qu'il est peu vraisemblable que de graves dommages résultent d'un contact de courte durée avec de faibles concentrations de BPC. Cependant, la plupart craignent les effets nuisibles possibles pour la santé d'une exposition de longue durée à ces substances, même à faible concentration. Les BPC peuvent pénétrer dans le corps par contact avec la peau, par inhalation de vapeurs ou par ingestion d'aliments contenant des résidus de BPC.

L'effet le plus couramment observé d'une exposition prolongée aux BPC est le chloracné, affection cutanée douloureuse et défigurante qui ressemble à l'acné juvénile. Le foie peut également subir des lésions. Parmi les gens qui pourraient être exposés aux BPC, mentionnons ceux ou celles qui travaillent sur certains types de matériel électrique, les préposés à l'entretien chargés de la décontamination lors des déversements ou fuites de BPC liquides, les employés d'entreprise de casse ou de récupération de ferraille, ainsi que les éboueurs.

COMMENT ÉLIMINE-T-ON LES BPC ACTUELLEMENT?

Il n'existe pas pour l'instant d'installations au Canada autorisées à détruire les liquides à haute concentration de BPC. Au fur et à mesure qu'ils sont mis hors service, les fluides et le matériel contenant des BPC sont placés temporairement en entrepôt en attendant qu'on dispose de centres d'élimination permanents. Cette façon de procéder signifie qu'il existe d'importantes quantités de BPC dans des lieux appartenant souvent aux propriétaires eux-mêmes, qui ne répondent pas toujours aux normes minimales de sécurité des pouvoirs publics fédéraux et provinciaux. Une certaine opposition se fait sentir dans la population, ralentissant la construction des nouvelles installations d'entreposage et d'élimination indispensables à la décontamination des sites actuels jugés dangereux.

11.2.2 Le pétrole

Le Québec n'étant pas un territoire producteur de pétrole, les impacts reliés à l'environnement pourront se produire lors du transport du pétrole brut vers les raffineries, en cours de raffinage, lors du transportdes produits raffinés vers les sites d'utilisation et enfin lors de son utilisation, principalement lors de sa combustion.

11.2.2.1 Le transport

Annuellement, il se déverse environ 3,5 millions de tonnes d'hydrocarbures dans les mers et les océans du monde; 53 p. 100 de ce total est d'origine maritime contre 47 p. 100 de source terrestre. L'effet nuisible le plus frappant de la pollution par le pétrole est causé lors de déversements accidentels. Les pétroliers représentent l'un des plus grands dangers de marée noire en raison du volume de pétrole en jeu. Ils sont responsables de 35 p. 100 des rejets annuels d'hydrocarbures dans le milieu marin contre 42 p. 100 pour l'ensemble des transports maritimes. Les rejets intentionnels (pompage de l'eau huileuse de lest, lavage des réservoirs) représentent 73 p. 100 du total des rejets de pétrole contre 27 p. 100 pour les déversements à la suite d'accidents.

Les dommages et les coûts imputables aux marées noires comprennent l'incidence esthétique sur les plages recouvertes de pétrole, l'incidence économique de la baisse du tourisme dans les localités côtières souillées, le coût du pétrole perdu et du nettoyage, les incidences sur la pêche industrielle et les effets à court et à long terme sur la flore et la faune sauvages.

Des déversements de produits pétroliers ont également lieu lors du transport terrestre par convois ferroviaires, camions citernes et oléoducs. Toutefois, ces déversements sont plus facilement récupérables qu'en milieu aquatique. Au Québec, entre 1980 et 1986, il y a eu 221 déversements sur le sol, 308 dans l'eau et 150 sur le sol et dans l'eau. Les quantités totales déversées atteignent près de 9000 tonnes.

11.2.2.2 Le raffinage

Les raffineries consomment de l'eau en grandes quantités. Les caractéristiques de leurs eaux usées diffèrent considérablement d'un procédé à l'autre et d'une raffinerie à l'autre. Les eaux de lest, les eaux de pluie et les eaux vannes exigent un traitement avant rejet ou recyclage. Les polluants les plus importants que l'on rencontre dans ces différents types d'eaux usées sont des huiles et des graisses, des phénols, de l'ammoniac, des solides en suspension et dissous, des sulfures et du chrome. En outre, certaines eaux usées sont fortement alcalines tandis que d'autres sont acides.

Depuis 1975, la quantité de pétrole brut raffinée au Québec a diminué grandement. En 1985, le volume raffiné n'était plus que de 47 p. 100 de celui de 1975. Cette diminution a contribué à réduire la charge des effluents dans le milieu récepteur.

En outre, par suite de l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'épuration, la concentration des polluants a diminué. En effet, le rendement d'opération s'est accru de 71 à 99 p. 100 selon les catégories de produits rejetés.

Ces deux facteurs ont permis une réduction des rejets en termes de kilogrammes par jour ou tonnes par an. Le tableau 11.5 donne un aperçu, par polluant, des quantités rejetées dans l'eau par les raffineries en 1985.

TABLEAU 11.5

REJETS DES RAFFINERIES DE PÉTROLE EN 1985

	Huiles & graisses	Phénols	Sulfures	Azote ammoniacal	Solides en suspension
kg/jour	618,2	27,6	5,1	248,9	2 140,0
T/an	225,6	10,0	1,8	90,8	781,1

L'industrie pétrolière produit des déchets qui, comme ceux de l'ensemble des autres secteurs industriels, doivent subir les traitements appropriés afin de ne pas constituer une source de pollution de l'environnement. Les eaux pluviales et les eaux de procédés contenant, en autres, des huiles, graisses, solutions acides ou basiques, etc., sont dirigées vers une station d'épuration des eaux usées. On utilise aussi l'épandage des boues sur le sol comme moyen d'élimination de certains déchets.

Les sources d'émissions atmosphériques des raffineries peuvent être réparties en deux catégories: équipements de production et équipements de stockage. La première donne lieu, pour l'essentiel, à des rejets atmosphériques résultant de phénomènes de combustion, comme les émissions d'oxydes de soufre, de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote, de matières sous forme de particules et d'hydrocarbures ainsi que certaines émissions d'hydrocarbures imputables à des fuites ou à des pertes. La seconde donne lieu à des émissions d'hydrocarbures par évaporation de produits (fuites, pertes, etc.).

En 1980, le raffinage du pétrole était responsable, au Québec, des émissions atmosphériques suivantes: 2619 tonnes de particules, 13167 tonnes d'oxydes de soufre, 1186 tonnes d'oxydes d'azote, 43302 tonnes d'hydrocarbures et 4753 tonnes de monoxyde de carbone.

11.2.2.3 L'entreposage

Lors de l'entreposage, des problèmes de fuites de réservoirs sont fréquents. Il s'ensuit une contamination de la nappe phréatique et du sol. Une fois le pétrole récupéré, le sol contaminé est traité selon un procédé établi.

En 1985, pour les quatre raffineries en opération, le dépassement des normes a été de moins de 5 p.100 pour les 4354 analyses effectuées. La raffinerie Gulf (maintenant fermée) comptait à elle seule pour près de 45 p. 100 des infractions.

11.2.3 Le gaz

Le Québec ne peut être considéré comme un producteur important de gaz naturel. Récemment, un gisement a été exploité (de 1966 à 1976) à Pointe-du-Lac près de Trois-Rivières et sa production cumulative fut de 41,6 millions de m^3. Au cours des années, certaines découvertes ont été réalisées par SOQUIP sur le territoire québécois et ont permis la mise en service du gisement de Saint-Flavien en 1980.

Le gaz est transporté par fardier selon la technique du gaz comprimé. Par ailleurs, un petit gazoduc a été construit en 1983 afin de transporter le gaz de Saint-Flavien à Saint-Agapit. Ce gisement a déjà donné 44,7 millions de m^3 de gaz et les réserves prouvées étaient établies à 127,6 millions de m^3. Pour le reste, le Québec s'approvisionne en gaz importé de l'Alberta par gazoduc.

Étant donné ses caractéristiques naturelles et son importance dans le bilan énergétique québécois (15 p. 100), le gaz pose peu de problèmes environnementaux au Québec. La principale inquiétude que suscite son utilisation relève des risques d'éruption ou d'explosion lors de son extraction, de son transport, de son stockage et de sa consommation.

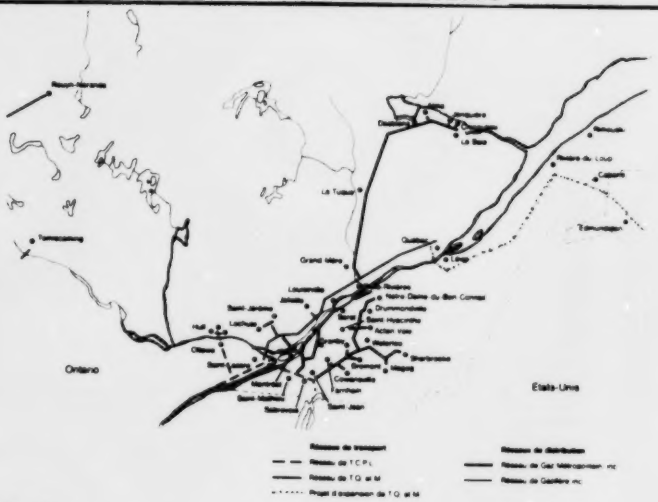
Les incidences des gazoducs sur l'environnement varient suivant les milieux traversés et ne sont généralement pas aiguës, sauf dans les régions à systèmes écologiques extrêmement sensibles telles que les réserves de faune et de flore sauvages et les régions arctiques. Les gazoducs peuvent aussi imposer certaines restrictions quant à l'utilisation des sols. Ils sont généralement enfouis dans des tranchées sauf aux stations de pompage situées à intervalles plus ou moins réguliers.

Lors de la traversée des cours d'eau, les opérations de mises en place du gazoduc peuvent causer certains impacts sur la qualité de l'eau, les organismes benthiques et les poissons mais ces impacts ne sont, en général, que de courte durée.

A la fin de 1984, le Québec comptait 5464 km de gazoduc et 135 municipalités étaient desservies par les différents réseaux. La figure 11.3 illustre le réseau de gazoducs du Québec.

Contrairement aux autres combustibles fossiles, pétrole et charbon, le gaz ne dégage que de faibles quantités de polluants atmosphériques (NO_x, hydrocarbures, CO et CO_2) lors de la combustion. L'effet de ces polluants sur le milieu atmosphérique est décrit au chapitre 4.

Figure 11.3 LES RÉSEAUX DE TRANSPORT DU GAZ NATUREL AU QUÉBEC



Source: L'Énergie au Québec, 1985.

11.2.4 LE CHARBON ET LE COKE

Le Québec n'est pas un gros utilisateur de charbon. L'énergie fournie par le charbon ne représente que 1,23 p. 100 de toute l'énergie nette disponible au Québec. Le charbon n'est plus utilisé au Québec dans le secteur résidentiel et commercial. Le secteur industriel accapare la totalité de la consommation québécoise. On l'utilise principalement pour les industries de fonte et d'affinage, les cimenteries et les sidérurgies.

11.2.5 Les énergies non conventionnelles

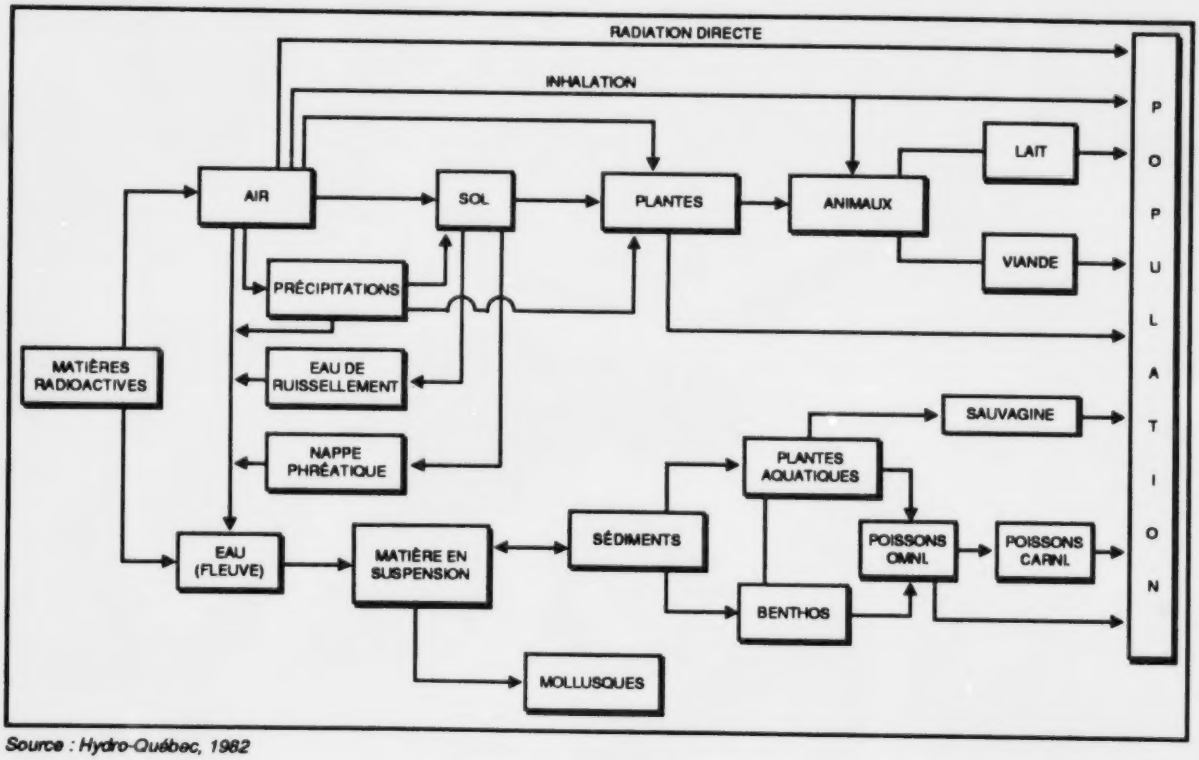
11.2.5.1 L'énergie nucléaire

Au Québec, l'énergie nucléaire est peu importante et comptait, en 1985, pour environ 3 p. 100 de la puissance électrique de l'Hydro-Québec et 2 p. 100 de la puissance totale disponible au Québec. Une seule centrale est actuellement en service, soit celle de Gentilly II. Au Québec, la filière nucléaire est courte. Nous ne possédons ni mines d'uranium, ni usines de transformation pour l'uranium utilisé dans le réacteur de Gentilly.

Une centrale nucléaire constitue une source de contaminants qui peuvent se retrouver aussi bien dans l'eau que dans l'air et le sol, en plus de produire des déchets radioactifs et chimiques. Un programme de surveillance du milieu a été approuvé par la Commission de l'énergie atomique du Canada et un suivi est réalisé depuis le début de l'exploitation de la centrale. On retrouve, à la figure 11.4, un schéma illustrant le cheminement des radioéléments.

FIGURE 11.4

RÉSEAU DE CHEMINEMENT DES RADIOÉLÉMENTS



Source : Hydro-Québec, 1982

Les rejets liquides

La contamination des eaux provient des rejets liquides des eaux usées (30 000 litres par jour) provenant de nettoyages et de rinçages d'objets contaminés et de la lixiviation des déchets de l'aire de stockage des déchets radioactifs. Les principaux contaminants sont le cobalt 60 et le tritium. Les impacts théoriques sont la contamination de l'eau du fleuve, de la faune et de la flore en aval de la centrale ainsi que de l'eau potable pour certaines municipalités qui s'alimentent au fleuve. La contamination de l'eau potable a été mesurée et s'est avérée négligeable.

La chaleur engendrée par combustion ou réaction nucléaire transforme l'eau en vapeur à haute pression et fait tourner les turbomoteurs. En général, il faut de l'eau de refroidissement pour enlever la chaleur contenue dans la vapeur utilisée. En fin de cycle, l'eau de refroidissement, qui a accumulé une certaine quantité d'énergie, est retournée à l'environnement.

Les hausses de température dans le milieu récepteur peuvent toucher les organismes aquatiques de multiples façons. La température, dans le canal de rejet, augmente de 5 à 6 °C, pour un fonctionnement à 50 p. 100 de la centrale, à 12 °C pour un fonctionnement à 100 p. 100. Le benthos est pratiquement exclu du canal de rejet alors que pour certaines espèces de poissons dont la barbue, le suceur blanc, la couette, le suceur ballot, le bar perche, le canal semble exercer une attraction. Pour les stations d'échantillonnage situées en aval, les organismes ne semblent pas affectés par le fonctionnement de la centrale.

Les émissions dans l'atmosphère

Les incidences de l'énergie nucléaire sur le sol proviennent, en grande partie, des retombées par les pluies ou l'air ou par les eaux de ruissellement qui sont en contact avec des zones contaminées. Les principaux contaminants sont le cobalt 60, le tritium et le césium 136 qui peuvent se retrouver dans la chaîne alimentaire.

Afin de mesurer ces incidences, un échantillonnage et une analyse du lait sont réalisés dans la région avoisinante. De janvier à septembre 1986, on n'a noté aucune contamination en provenance de la centrale. Cependant, on a enregistré les retombées de l'accident de Tchernobyl pour l'iode (I-131) et le césium (Cs-137).

La contamination de l'air se fait par les effluents aériens provenant des systèmes de ventilation de la centrale, leurs fuites et leur diffusion au travers des murs de la centrale. Les principaux contaminants émis par cette voie sont le tritium (eau tritiée radioactive) et l'iode 131.

L'eau tritiée, à la suite de son émission dans l'environnement, peut se retrouver dans l'eau de pluie et dans la vapeur d'eau de l'atmosphère; il y a aussi possibilité de contamination de la nappe phréatique. L'iode 131 est un gaz radioactif qui réagit chimiquement avec l'environnement et se retrouve en contact avec les végétaux en plus d'être inhalé par les humains. Ces deux contaminants peuvent donc se retrouver assez facilement dans la chaîne alimentaire. Les mesures effectuées, à ce jour, montrent une contamination négligeable.

Les déchets

Le combustible usé de Gentilly I est stocké à sec dans des silos de béton situés dans un édifice à l'épreuve des intempéries. En plus de la surveillance régulière, ce site est soumis à des contrôles environnementaux périodiques. On enregistre des émissions de rayon gamma dans l'air à proche distance des silos entreposés dans le bâtiment. Cependant, cette radiation est négligeable à l'extérieur de l'enceinte de confinement. La contamination des eaux souterraines en provenance de cette aire d'entreposage des déchets radioactifs s'est avérée négligeable lors des échantillonnages effectués.

11.2.5.2 Les énergies renouvelables

Les sources d'énergies nouvelles ou renouvelables sont de deux types. Le premier consiste en flux énergétiques naturels plus ou moins continus, tels que la lumière solaire, le vent et les vagues. Le second consiste en réserves énergétiques naturelles qui se reconstituent à une allure suffisamment rapide pour pouvoir être exploitées par l'homme; la biomasse en est un exemple.

Ces sources énergétiques sont fort hétérogènes. Il est difficile d'y distinguer des stades du cycle d'exploitation comme pour les combustibles fossiles et d'identifier les résidus et les incidences imputables à chacun des stades.

L'impression que donnent ces sources d'énergies renouvelables est généralement favorable, mais leur production peut également nuire à la qualité de l'environnement compte tenu de la taille des équipements souvent requis.

La biomasse

Le terme biomasse recouvre un ensemble de matières telles que les déchets solides municipaux, les déchets de l'industrie des produits du bois, certains types de fumiers, les résidus d'exploitations forestières, les plantations énergétiques (peupliers, bouleaux, trembles, etc.) et les dépôts de sphaigne dans les tourbières.

La plupart des formes sèches de biomasse peuvent être brûlées directement pour produire de la chaleur ou de l'électricité. Les émissions d'oxydes de soufre y sont moindres que pour les combustibles fossiles. Par contre, les émissions de particules et de gaz biologiques sont plus importantes. La mode du chauffage au bois et des poêles à combustion lente entraîne des problèmes de qualité de l'air.

L'énergie éolienne

Les incidences environnementales de l'énergie éolienne sont généralement faibles et peuvent se répartir selon quelques types. Le premier origine de l'impact visuel des pylônes et de l'empennage. On mentionne aussi le bruit comme étant une source de nuisance; il y a celui associé au multiplicateur de vitesse et au générateur ainsi que celui causé par l'écoulement de l'air le long des pales du rotor et qui pourrait atteindre une intensité de 100 décibels ou plus sur certains modèles. On enregistre aussi des interférences sur la réception des émissions de télévision. Aucune rupture ne s'est produite jusqu'ici, mais cette possibilité est toujours présente.

11.3 CONCLUSION

Nous présentons dans le tableau 11.6 un résumé des incidences environnementales qui découlent du secteur de l'énergie en général.

La recherche d'améliorations techniques destinées à augmenter le rendement énergétique offre des avantages intéressants au niveau environnemental tout en permettant des économies

appréciables sur la facture énergétique. Le développement du chauffage urbain par la combustion des déchets domestiques, les pompes à chaleur pour le chauffage industriel et résidentiel sont des solutions intéressantes qui pourraient diminuer l'utilisation des combustibles fossiles.

L'amélioration de l'efficacité des moteurs à combustion interne et, de façon générale, du rendement des véhicules automobiles permettrait de diminuer la consommation de pétrole et entraînerait une baisse des rejets polluants dans l'atmosphère.

D'autre part la récupération de la chaleur industrielle limiterait les rejets thermiques dans l'environnement tout en générant des économies appréciables. Le chauffage de l'eau par l'énergie solaire aurait aussi le même effet.

Ainsi, une utilisation plus rationnelle de l'énergie, jointe aux améliorations technologiques, profiterait aussi bien à l'économie qu'à l'environnement.

TABLEAU 11.6
IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX POTENTIELS DU SECTEUR ÉNERGÉTIQUE

	Air	Eau	Sol	Autres
hydro-électricité				
Exploration et extraction				
Affinage				
Transport				
Utilisation	Microclimat Évaporation	Modifications de la quantité d'eau (niveau, débit, vitesse, eaux souterraines et pertes) et de sa qualité (sédiments, matières nutritives, turbidité, salinité et température*)	Inondation Terre submergée Perte d'habitat de la faune Glissements de terrain Tremblements de terre Zone d'abaissement du niveau d'eau	Répercussions sur les chaînes alimentaires Porteurs de maladies Végétation submergée Benthos Aufwuchs Zooplancton Phytoplancton
Pétrole				
	Air	**Eau**	**Sol**	**Déchets solides**
Exploration et extraction	Produits de la combustion	Accidents de forage Évacuation de la saumure		
Affinage	Oxydes de soufre Oxydes d'azote Monoxyde de carbone Hydrocarbures	Rejet thermique Acide sulfurique Soude caustique épuisé		Catalyseur d'acide phosphorique épuisé Argile utilisée
Transport	Moteurs	Déversements de pétrole	Bris de pipelines Effet sur le pergélisol	
Utilisation	Émission des moteurs à combustion interne Oxydes de soufre Oxydes d'azote Particules	Rejet thermique Évacuation d'huile usée		
gaz				
	Air	**Eau**	**Sol**	**Déchets solides**
Exploration et extraction				
Affinage				
Transport	Oxydes d'azote aux stations de compression		Problèmes de pipelines	
Utilisation	Rejet thermique Oxydes d'azote			
combustibles nucléaires				
	Air	**Eau**	**Sol**	**Déchets solides**	**Radiation**
Exploration et extraction		Lessivage des tas de déchets Eau des mines d'uranium	Effets d'exploitation par excavation	Déchets d'exploitations minières souterraines	Exposition des mineurs
Affinage	Émission de particules	Lessivage des tas de déchets		Déchets de triage de minerai	Exposition des ouvriers d'usine
Transport			Lignes de transmission		Accidents possibles
Utilisation	Retombée radioactive	Rejet thermique		Évacuation de déchets des usines de traitement des combustibles	Exposition au cours de la production et de l'évacuation des déchets Accidents possibles

Source: Stanna, A.K., 1974

BIBLIOGRAPHIE

BAXTER, R.M., P. GLAUDE, 1980. Les effets des barrages et des retenues d'eau sur l'environnement au Canada: expérience et perspectives d'avenir, Can. Bull. Fish. Aquat. Sci., 205F: 36 pages.

BISWAS, A.K., 1974, L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT, Environnement Canada, 45 p.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 1986. La question des BPC, Toronto, 36 pages.

CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT, 1976. Localisation des corridors de transport au Québec, Québec, 208 pages.

DUMAS, Pierre, 1981. Impacts sur l'environnement et utilisation humaine des aménagements hydro-électriques québécois, Pierre Dumas et Associés Ltée, pour Hydro-Québec, Direction de l'environnement, R-145-b/1, 167 pages.

HÉBERT, Normand A., 1986. Résultat du programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly, Hydro-Québec, Service entretien et Radio-protection (Rapport de janvier à septembre 1986).

LOUCHARD, Louis, 1986, Les économies d'énergie au Québec. Bilan et prévision, ministère de l'Énergie et des Ressources, Manuscrit 45 p.

IMCO, 1981. Petroleum in the Marine Environment, November 1981, Cité dans OCDE, 1985.

MARIER, V., 1984. Suivi environnemental du complexe hydro-électrique La Grande, Environnement Canada, Bureau de la Baie James et du Nord Québécois, p. 120.

MESSIER, D., D. ROY et R. LEMIRE, 1985. Évolution du mercure dans la chair des poissons, dans: Réseau de surveillance écologique du Complexe La Grande, Direction ingénérie et environnement, Société d'énergie de la Baie James, 170 pages.

NADEAU, M., 1984. Programme de surveillance écologique de référence. Centrale nucléaire Gentilly 2. Phase préopérationnelle 1980-1983, Rapport pour Hydro-Québec, Direction environnement, Groupe de recherche sur les écosystèmes aquatiques, UQTR.

OCDE, 1983. Effets sur l'environnement des systèmes énergétiques, Paris, 1983, Annexes 147 p.

OCDE, 1985. Effets sur l'environnement de la production d'électricité, Paris, 175 p.

OCDE, 1977. La production d'énergie et l'environnement, Paris, 130 p.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1986. L'énergie au Québec 1985, Direction générale de l'analyse économique et financière, Québec, 109 p.

ROY, D., J. BOUDREAULT, R. BOUCHER, R. SCHETAGNE et N. THERRIEN, 1986. Réseau de surveillance écologique du Complexe La Grande 1978-84, Direction ingénérie et environnement, Société d'énergie de la Baie James, Montréal, 74 pages.

ROY, D. 1985. Zooplancton, dans: Réseau de surveillance écologique du Complexe La Grande 1978-84, Direction ingénierie et environnement, Société d'énergie de la Baie James, Montréal, 92 pages.

SCHETAGNE, R. et D. ROY, 1985. Physico-chimie et pigment chlorophylliens, dans: Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande 1978-84, Direction ingénérie et environnement, Société d'énergie de la Baie James, Montréal, 158 pages, 3 annexes.

THIBEAULT, Y., 1985. Programme de surveillance écologique. Centrale nucléaire Gentilly 2, phase opérationnelle 1984-1985, Rapport final pour Hydro-Québec, Vice-présidence Environnement, Service écologie biophysique, Laboratoire de recherche sur les habitats fauniques, UQTR, 133 pages.

THIBEAULT, Y., 1986. Programme de surveillance écologique. Centrale nucléaire G2. Phase opérationnelle 1985, Rapport pour Hydro-Québec, Direction environnement, Laboratoire de recherche sur les habitats fauniques, UQTR, 91 pages.

HYDRO-QUÉBEC, 1982, Programme de surveillance radiologique de la population environnante du site nucléaire de Gentilly service radioprotection, rapport SRP-78, 18 p.

CHAPITRE 12

L'ENVIRONNEMENT ET LE TRANSPORT

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	337
12.1	Les systèmes de transport québécois	338
	12.1.1 Le transport routier	338
	12.1.2 Le transport aérien	339
	12.1.3 Le transport ferroviaire	339
	12.1.4 Le transport maritime	339
	12.1.5 Le transport par pipelines	340
12.2	Les impacts environnementaux	340
	12.2.1 Les impacts selon la consommation d'énergie	340
	12.2.2 Les impacts sur l'eau	342
	12.2.3 Les impacts sur l'air	346
	12.2.4 Les impacts du bruit	346
	12.2.5 Les impacts sur le sol	346
	12.2.6 Les impacts sur la faune et la flore	347
12.3	L'évolution prévisible	348
	BIBLIOGRAPHIE	349

LISTE DES TABLEAUX

12.1 Principaux éléments polluants découlant du ruissellement des routes

12.2 Données physico-chimique de lacs échantillonnés en 1980 en surface et au fond

12.3 Données d'analyses chimiques de puits d'eau potable en bordure de la route 116, entre Princeville et Plessisville

12.4 Superficies et volumes dragués entre Montréal et Sault-au-Cochon et dans la rivière Saguenay

12.5 Quantités d'herbicides épandus en bordure du réseau routier par le ministère des Transports du Québec

LISTE DES FIGURES

12.1 Réseaux de transport au Québec

12.2 Efficacité énergétique directe

12.3 Capacité des modes urbains et interurbains

12.4 Matériaux de déglaçage épandus sur les routes du Québec

INTRODUCTION

Depuis le début des années 60, la construction d'infrastructures de transport terrestre, aérien ou maritime a pris considérablement d'expansion au Québec.

En 25 ans, on a doublé le nombre de kilomètres de routes. Cette progression a été plus marquée entre 1960 et 1975. L'édification de ce réseau visait à combler les besoins du transport routier des marchandises et des voyageurs. Elle a apporté des modifications importantes dans l'utilisation des terres. Par exemple, le réseau du ministère des Transports a, à lui seul, créé des empiètements d'une longueur cumulative d'environ 175 km dans le fleuve Saint-Laurent, les plus connus étant la route 132 (23 km) dans la région de Montréal, l'autoroute 40 (30 km) dans le secteur du lac Saint-Pierre et l'autoroute 440 (8 km) dans la région de Québec.

Durant cette même période, on a assisté à la construction de ports, de marinas et de quais. Dès 1958, on inaugurait la Voie maritime du Saint-Laurent, qui favorisait le développement de zones portuaires, les échanges commerciaux et la circulation maritime.

Dans le domaine du transport aérien, la construction de nouveaux aéroports a modifié la vocation et l'utilisation des terres. C'est ce qui s'est produit, par exemple, lors de l'implantation du nouvel aéroport international de Montréal à Mirabel. De plus, au cours des dernières années, on a entrepris la modernisation du réseau des aéroports en région éloignée (Côte-Nord, Nouveau-Québec).

Le développement des réseaux de transport a non seulement profondément marqué le paysage, mais aussi considérablement accru le niveau annuel de pollution générée par les différentes composantes de ce secteur (transport routier, aérien, ferroviaire, maritime).

12.1 LES SYSTÈMES DE TRANSPORT QUÉBÉCOIS

Le système de transport au Québec se compare, dans l'ensemble, à celui de tout pays industrialisé. La figure 12.1 présente les divers modes de transport au Québec, suivant le kilométrage des routes, des voies maritimes, ferrées et aériennes.

Selon le recensement de 1981, plus de 131 000 personnes au Québec avaient leur principale occupation dans les services de transport. Le camionnage et le transport ferroviaire sont les principales sources d'emplois, avec respectivement 22 p. 100 et 20 p. 100 de l'ensemble. Le secteur ferroviaire est cependant en déclin, tandis que le transport aérien croît de façon assez régulière et que le camionnage reste relativement constant.

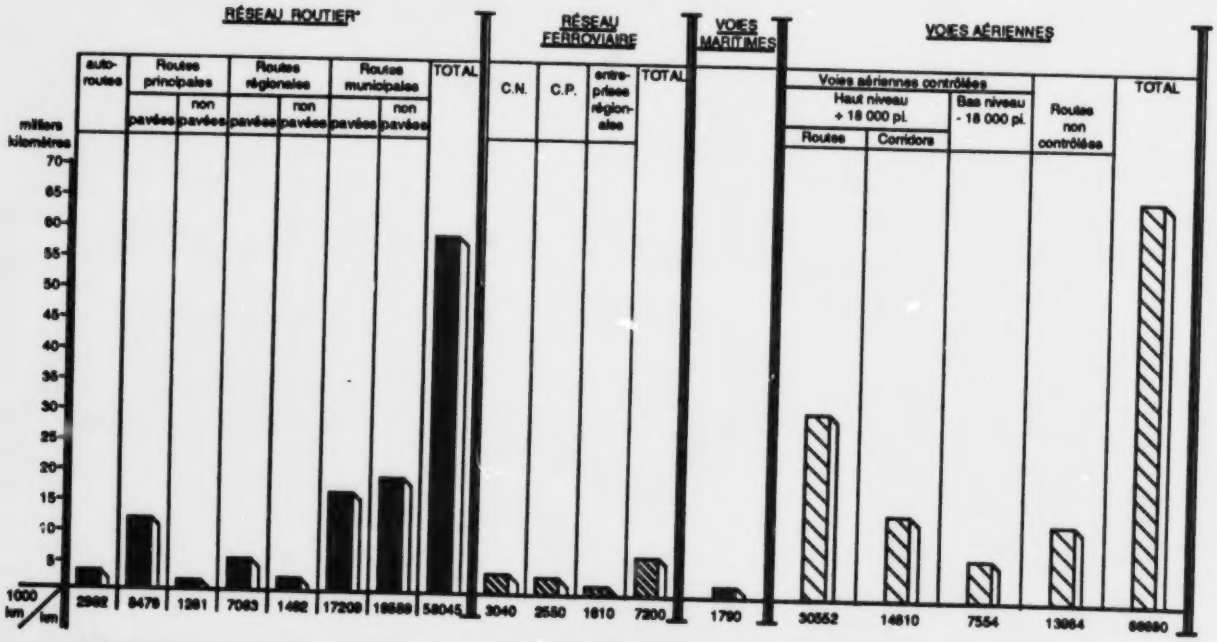
L'automobile personnelle représente 90 p. 100 des dépenses en transport d'un ménage moyen au Québec. La plus grande part va aux dépenses d'utilisation comme l'essence, l'entretien et les assurances, tandis que l'achat de l'auto représente 25% des dépenses de transport, soit en moyenne 756 $ par ménage par année.

12.1.1 Le transport routier

Avec plus de 58 000 km de routes entretenues par le ministère des Transports, plus de 10 000 ponts et les milliers de kilomètres des réseaux municipaux, les infrastructures routières sont de loin les plus importantes. Elles se traduisent par des investissements annuels de 400 000 000 $ dans la construction et l'entretien du réseau routier, des subventions de 380 000 000 $ au transport en commun, de 3 000 000$ au transport scolaire.

Figure 12.1

RÉSEAUX DE TRANSPORT AU QUÉBEC



* Routes entretenues par le ministère des Transports; le réseau routier du Québec comprend plus de 100 000 kilomètres.

Bien que les routes municipales et régionales constituent la plus grande part du réseau entretenu par le ministère des Transports, plus de la moitié de la circulation s'effectue sur les autoroutes et les routes principales.

Sur 3,2 millions de véhicules immatriculés au Québec, 75 p. 100 sont utilisés pour la promenade. On ne compte que 12 200 véhicules de transport en commun, dont plus de la moitié sont des autobus d'écoliers. Les services de transport en commun sont utilisés presque uniquement pour le transport urbain; moins de 1 p. 100 des passagers empruntent les transports interurbains. Un secteur souvent négligé de ce type de transport est celui des écoliers. Pourtant ces autobus ont parcouru en 1985-1986, 158 378 000 km, comparativement à 207 080 000 km pour les autobus urbains. L'évolution du transport en commun semble montrer une certaine reprise, après d'importantes baisses dans les années 1960. La sensibilisation du public, les investissements consentis par le ministère des Transports et les problèmes de congestion de plus en plus aigus en sont probablement les principales causes.

Malgré sa capacité relativement faible par rapport au train et au bateau, le camionnage est très important pour la distribution des marchandises générales. Uniquement dans le transport interurbain, les grandes entreprises transportent ainsi annuellement 53 millions de tonnes de marchandises. Ceci génère plus d'un milliard de dollars en revenu pour les entreprises de camionnage québécoises.

12.1.2 Le transport aérien

Si l'on en juge par le nombre d'emplois et les investissements, le transport aérien est encore le secteur le plus dynamique des transports, même s'il tend présentement à se stabiliser.

Le transport des marchandises par avion n'a pas connu l'essor que l'on attendait avant la crise du pétrole. L'avion reste donc essentiellement voué au transport des personnes. Parmi les aéroports québécois, notons la suprématie incontestée de Dorval, tant pour le nombre de vols que pour le nombre de passagers. Viennent ensuite Mirabel et Québec. En fait, ces trois aéroports regroupent 90 p. 100 des passagers. Montréal - Toronto est la principale liaison, avec plus d'un million de passagers par an. Nous retrouvons ensuite 300 000 passagers entre Montréal et New York. De façon générale, les destinations canadiennes sont les plus fréquentées, suivies des État-Unis, puis du reste du monde.

Enfin, la situation des aéroports impose des contraintes importantes sur le milieu physique et humain. Tous connaissent les débats soulevés par l'expropriation des terres de Mirabel. En fait, la superficie opérationnelle de Mirabel est de 2232 ha, alors qu'elle est de 1908 ha à Dorval et de 645 ha à Québec.

12.1.3 Le transport ferroviaire

Les chemins de fer ont été longtemps un moteur de développement pour l'économie canadienne. Ils doivent cependant faire face à une concurrence toujours accrue, qui les amène à rationaliser leurs activités.

On compte 7200 km de voies ferrées au Québec. Le Canadien national en exploite 4 p. 100, le Canadien pacifique 35 p. 100. Pour l'ensemble du Canada, le Québec ne compte que 11 p. 100 des voies principales et sûrement encore moins de voies secondaires, puisqu'elles sont concentrées dans l'Ouest et dans l'Ontario.

Pour le transport des passagers, l'automobile, l'autobus et l'avion ne laissent que 6,7 millions de passagers aux trains (25 millions pour l'autobus). Par contre, le tonnage de marchandises transportées reste élevé, avec 91 millions de tonnes chargées et déchargées au Québec.

12.1.4 Le transport maritime

Le Québec est une voie d'entrée importante pour les navires, avec des accès sur l'Atlantique et les Grands Lacs. De façon générale, on observe que les déchargements sont plus importants que les chargements pour le transport intérieur canadien, tandis que l'inverse se produit pour le transport international. Les principaux produits faisant l'objet de manutention dans les ports sont, dans l'ordre, le minerai de fer, le blé, le mazout, le pétrole brut et le minerai d'aluminium.

On compte, au Québec, au moins 48 ports entre Valleyfield et Blanc-Sablon. Ils sont presque tous situés au nord de Québec, de façon à pouvoir rester ouverts toute l'année. Les plus importants sont Montréal, Québec, Port-Cartier et Baie-Comeau. Souvent, la vocation des différents ports est reliée à un type particulier de marchandises, comme le minerai de fer à Port-Cartier, les marchandises générales et les conteneurs à Montréal.

12.1.5 Le transport par pipelines

Jusqu'en 1980, Montréal et Hull étaient les seules villes possédant un réseau de distribution du gaz. D'importants travaux ont cependant permis d'étendre ce réseau. Actuellement, le Saguenay, l'Estrie, Trois-Rivières et Québec sont desservis, mais il reste encore à étendre les réseaux de distribution urbains. La longueur des conduites de transport a ainsi quadruplé de 1978 à 1984, passant de 256 à 1105 km. Parallèlement le réseau de distribution s'est accru de 1487 km, pour atteindre 4359 km.

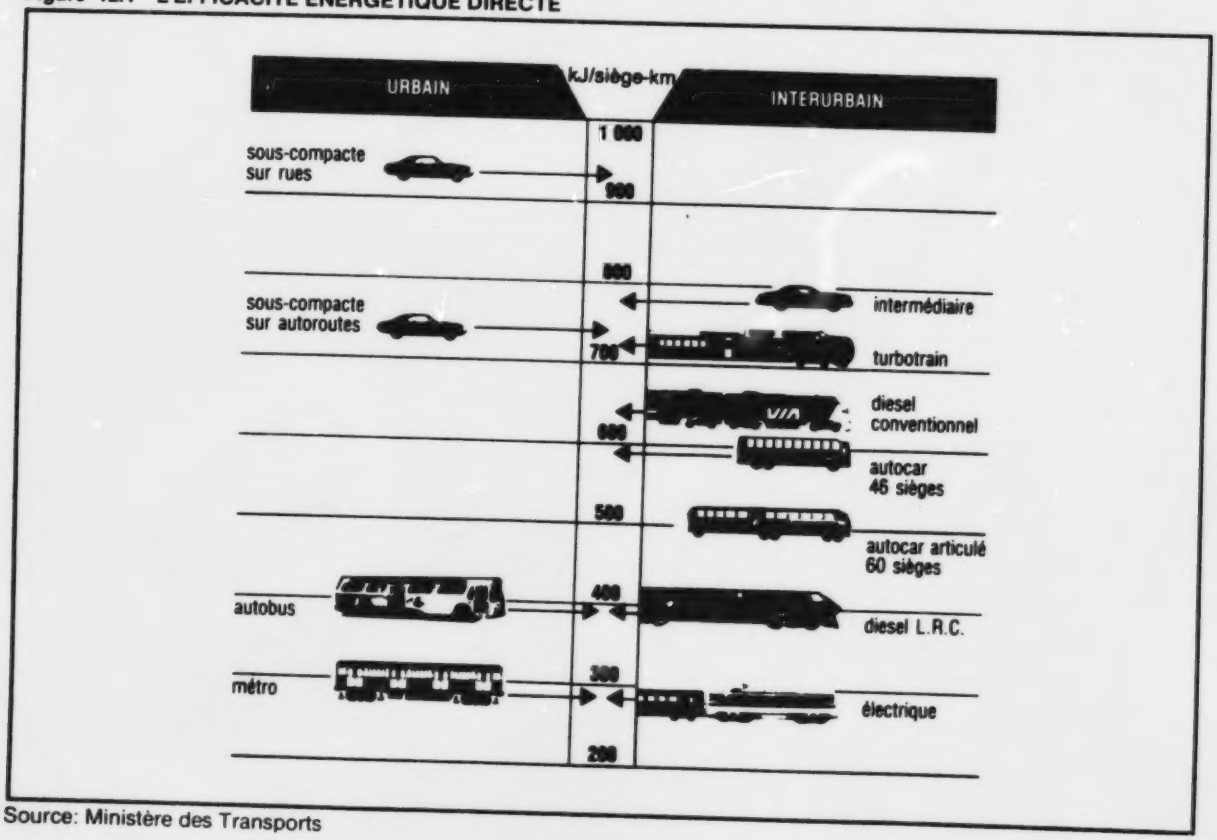
12.2 LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

L'impact des transports sur l'environnement est difficile à évaluer de façon globale. Par exemple, les infrastructures transforment l'utilisation du sol, alors que les déplacements modifieront surtout la qualité de l'air. Le transport des personnes a des caractéristiques différentes de celui des marchandises, et les milieux touchés par les transports urbain et interurbain sont, eux aussi, différents. Enfin, chaque mode de transport présente une relation particulière avec son milieu.

12.2.1 Les impacts selon la consommation d'énergie

La plus grande partie de l'énergie consommée par les transports va à l'utilisation de l'automobile personnelle. Les ventes d'essence au détail représentent plus des deux tiers de la dépense énergétique en transport. Les autres transports routiers ont diminué considérablement leurs dépenses énergétiques. Après les transports routiers, les plus importants consommateurs d'énergie sont le secteur maritime, le transport aérien et, en dernière position, les chemins de fer. Pour mieux évaluer l'impact de ces consommations sur l'environnement, il faut cependant tenir compte de l'efficacité des différents modes de transport (figure 12.2).

Figure 12.1 L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DIRECTE



Source: Ministère des Transports

Pour le transport des personnes, les véhicules électriques apparaissent les plus efficaces, alors que l'automobile arrive bonne dernière, dépensant de 700 à plus de 900 kilojoules par siège et par kilomètre. Les nouveaux véhicules diesel (LRC, autobus urbain) démontrent aussi un taux d'efficacité des plus intéressants. Il n'en est malheureusement pas de même pour l'avion et le transport de marchandises.

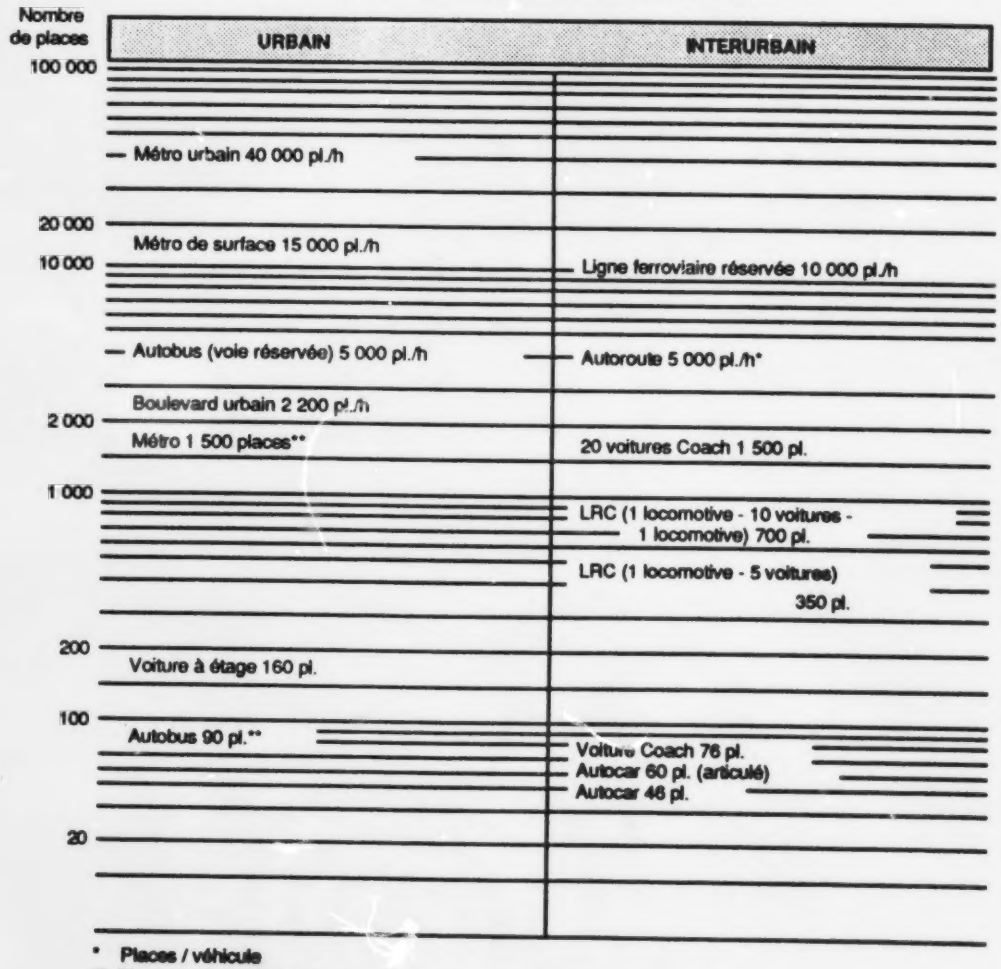
L'avion présente en effet une faible efficacité, particulièrement sur les courtes distances.

Pour évaluer correctement l'impact de l'utilisation de différents modes sur l'environnement, il faudrait également tenir compte des capacités réellement utilisées. L'automobile n'est souvent employée qu'au quart de sa capacité (un siège sur quatre), alors que le nombre de passagers dans les métros et autobus urbains dépasse souvent le nombre de sièges disponibles. L'efficacité par passager est donc accrue (figure 12.3).

Enfin, l'endroit et la forme d'énergie utilisée modifieront les impacts sur l'environnement. L'électricité est assurément la forme d'énergie la moins polluante pour l'air, mais elle comporte d'autres désavantages (barrages hydro-électriques, centrales nucléaires, lignes de transmission...). On peut aussi s'attendre à ce qu'une augmentation du transport urbain cause des dommages plus importants que celle du transport interurbain, du fait que la première est concentrée sur une superficie très limitée.

FIGURE 12.3

CAPACITÉ DES MODES URBAINS ET INTERURBAINS



* Places / véhicule
** Places assises et debout

Source: Ministère des Transports du Québec, 1986

12.2.2 Les impacts sur l'eau

Les principaux impacts de la construction, de l'utilisation et de l'entretien des routes sur la ressource eau sont les suivants:

- la modification du ruissellement et du drainage;
- la modification de la vitesse d'écoulement des eaux;
- la création ou la suppression de zones d'inondation;
- l'émission d'agents polluants et la mise en suspension de sédiments;
- la modification de la nappe phréatique;
- l'altération des prises d'eau municipales et industrielles;
- l'altération des puits d'eau potable pour les hommes et les animaux;
- la mise en suspension de sédiments;
- les modifications physico-chimiques de l'eau;
- la pollution chimique de l'eau et la libération d'éléments toxiques;
- l'érosion des berges et du littoral.

Le ruissellement des eaux provenant du réseau routier peut être considéré comme une source de matières polluantes: solides, métaux lourds, huiles et graisses, pesticides, etc. (tableau 12.1). En effet, ces matériaux s'accumulent sur la chaussée et sont ensuite lessivés vers le système de drainage lors des précipitations (pluie ou neige) ou entraînés vers ce dernier par le vent ou la turbulence créée par le mouvement des véhicules.

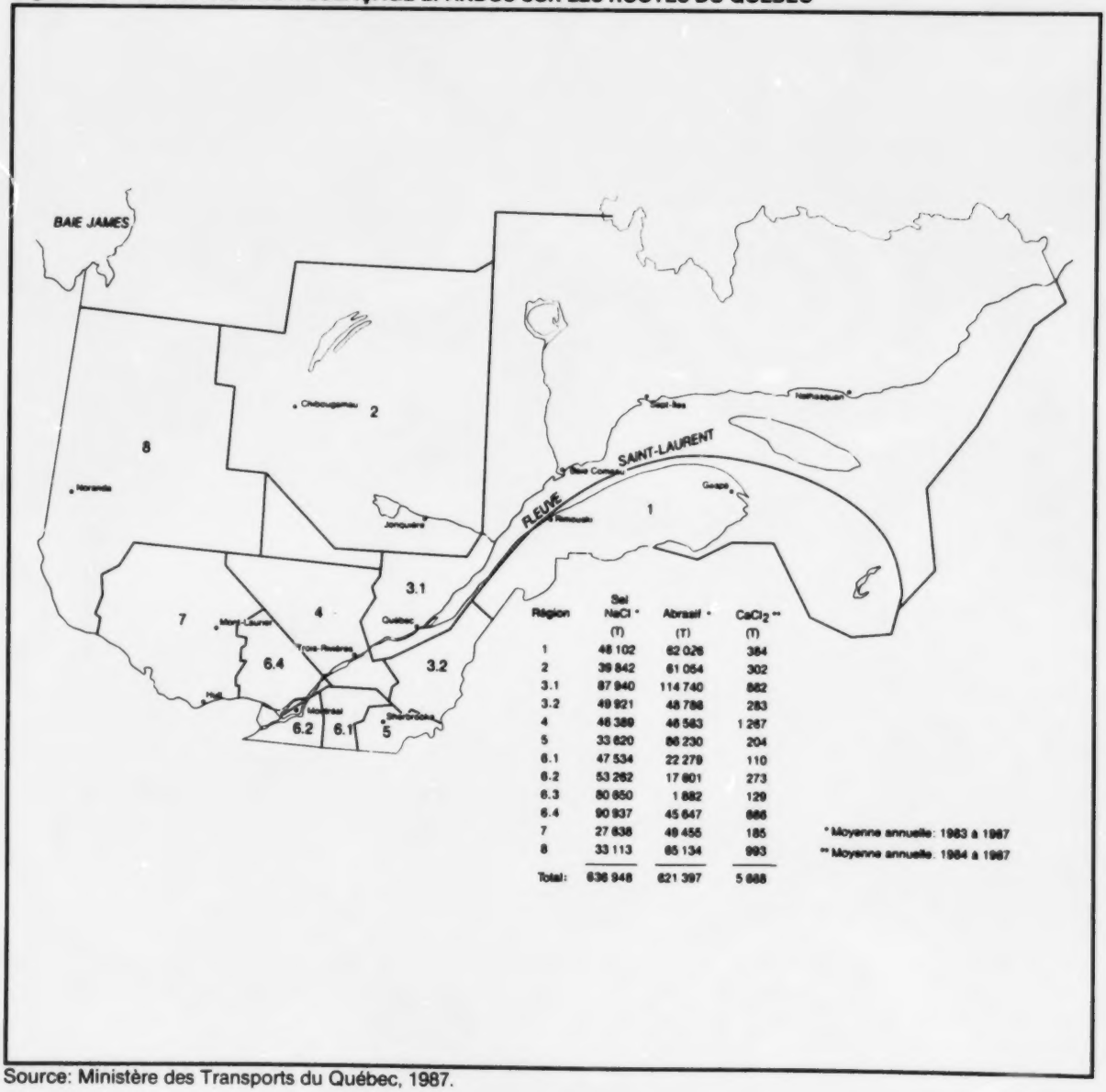
TABLEAU 12.1
PRINCIPAUX ÉLÉMENTS POLLUANTS
DÉCOULANT DU RUISSELLEMENT DES ROUTES

Classification	Exemples	Sources
Particules	Poussière, gravier, sable, verre, plastique, métaux	Pavage, véhicules, atmosphère, érosion, entretien
Métaux lourds	Plomb, zinc, fer, cuivre, nickel, chrome, mercure	Véhicules, essence, pneus, rouille, atmosphère
Pesticides	Organochlorés, Organophosphorés	Élimination de la végétation dans l'emprise
Sels inorganiques	$CaCl_2$, NaCl, SO_4, Br.	Sels de déglaçage, véhicules
Matières organiques	Végétation, poussières, humus, huiles	Végétation de bordure, véhicules
Autres	Amiante, caoutchouc	Véhicules, freins, antigel

Parmi ces polluants, ceux que l'on connaît le plus sont les résidus des sels de déglaçage. En 1985-1986, 647 000 tonnes de sel de déglaçage ont été utilisées sur le réseau du ministère des Transports; la moyenne annuelle est de 615 000 tonnes. Ce sel n'est pourtant pas répandu également sur toute la surface du réseau, mais sur environ 25 000 km, soit une moyenne de 24,6 tonnes par km. Ceci ne tient pas compte du réseau urbain, où les concentrations de sel par km seront beaucoup plus élevées à cause de la haute densité de la circulation.

Les sels de chlorure de sodium (NaCl) et de chlorure de calcium ($CaCl_2$) vont par ruissellement, au printemps, atteindre les cours d'eau, lacs, puits et nappes aquifères. La figure 12.4 présente les quantités de matériaux de déglaçage épandus au Québec.

Figure 12.4 MATÉRIAUX DE DÉGLAÇAGE ÉPANDUS SUR LES ROUTES DU QUÉBEC



Région	Sel NaCl * (T)	Abrasif * (T)	$CaCl_2$ ** (T)
1	48 102	62 026	384
2	38 842	61 054	302
3.1	87 940	114 740	862
3.2	49 921	48 788	283
4	46 389	46 583	1 267
5	33 620	86 230	204
6.1	47 534	22 279	110
6.2	53 262	17 601	273
6.3	80 650	1 882	129
6.4	90 937	45 647	886
7	27 638	49 455	185
8	33 113	65 134	993
Total:	636 948	621 397	5 888

* Moyenne annuelle: 1983 à 1987
** Moyenne annuelle: 1984 à 1987

Source: Ministère des Transports du Québec, 1987.

Le tableau 12.2 présente les résultats d'un programme d'échantillonnage réalisé par le ministère des Transports en 1980. Ces données montrent des concentrations relativement élevées en chlorures pour les eaux des lacs en bordure des grands axes routiers. Les chlorures sont des ions plus mobiles que les ions calcium et sodium, qui sont retenus temporairement dans le sol par échange ionique.

Le tableau 12.3 présente les résultats d'analyses chimiques de puits d'eau potable réalisées en 1985 par le ministère des Transports, en bordure d'une route existante; des concentrations de plus de 400 mg/l de chlorure ont été recensées, alors que le critère de qualité établi par Santé et Bien-être social Canada pour la consommation domestique ne doit pas dépasser 250 mg/l.

TABLEAU 12.2

DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES DE LACS ÉCHANTILLONNÉS EN 1980 EN SURFACE ET AU FOND

LAC	PROFONDEUR (mètres)	CA^{++} (mg/L)	NA^{+} (mg/L)	Cl^{-} (mg/L)
D'Argent	S*	8,2	5,1	9,0
	15	7,5	5,5	9,0
Brome	S	11,0	8,1	17,0
	4	12,0	8,3	17,0
Magog	S	15,5	9,0	10,0
	14	16,5	7,8	9,0
Orford	S	8,1	25,0	46,0
	30	8,0	25,0	46,0
Saint-Augustin	S	35,0	41,0	56,0
	5	34,0	40,0	56,0
À la Truite	S	20,0	41,0	100,0
	19	20,0	42,0	100,0

* S: à la surface

Source: Ministère des Transports du Québec, 1983

Tableau 12.3
Données d'analyses chimiques de puits d'eau potable en bordure de la route 116 entre Princeville et Plessisville (critère acceptable de qualité: 250mg/l de chlorure)

Puits no	Cl - (mg/1)	Na +* (mg/l)
1	352	330
2	426	460
3		2
4	184	91
5	289	310
6	53	43
7	18	16
8	4	106
9	2	3
10	85	11
11	135	47
12	12	8
13	234	143
14	7	5
15	428	458
16	25	17
17	57	30
18	266	166
19	239	124
20	106	56
21	25	14
22	10	11
23	421	245
24	403	182
25	205	59

* Na+ : Il existe aucun critère de qualité pour le sodium

Source: Ministère des Transports du Québec, 1985

Le cas du lac à la Truite

Le bassin hydrographique du lac à la Truite draine une section importante (3,1 km) de l'autoroute 15 à Sainte-Agathe-Sud et depuis la construction de cette artère en 1972, une augmentation importante de la concentration de chlorures a été observée dans l'eau. Le lac constitue une source d'eau potable pour la municipalité de Sainte-Agathe-Sud et dès 1977, le ministère des Transports du Québec recevait des plaintes au sujet de la qualité de cette eau. Pour résoudre ce problème, l'épandage de sel sur l'autoroute 15 fut réduit depuis 1978. Afin de maintenir la chaussée sécuritaire, le ministère des Transports du Québec utilisait une balayeuse mécanique du même type que celle utilisée dans les aéroports. Depuis ce temps, lors de relevés physico-chimiques, on a observé une diminution notable des concentrations en chlorures dans ce lac.

L'effet à long terme des sels de déglaçage sur la nappe d'eau souterraine a également été mesuré sur un aquifère à Trois-Rivières-Ouest. On y a observé la présence d'une zone salée variant en épaisseur et en concentration selon la période de l'année. Ainsi, en avril, l'épaisseur et la concentration maximales en chlorures sont respectivement de 15 m et 1100 mg/l, alors qu'en juillet, elles sont de 9,0 m et 100 mg/l.

Les infrastructures reliées au transport maritime nécessitent souvent des travaux de dragage. Le chenal du Saint-Laurent a été dragué à plusieurs reprises depuis 1854. C'est ainsi que de 1983 à 1987, 200 000 mètres cubes de matériel ont été déplacés à chaque année. (Voir tableau 12.4). Le dragage est une opération nécessaire pour l'entretien des sections du chenal qui ont tendance à se combler, pour la construction de nouvelles infrastructures et pour le maintien des accès aux marinas et aux quais existants.

Tableau 12.4
Superficies et volumes dragués entre Montréal et Sault-au-Cochon et dans la rivière Saguenay

Région	Année de dragage										Total par tronçon	
	1983		1984		1985		1986		1987			
	Volume (m3)	Superficie (m2)	Volume (m3)	Superficie (m2)	Volume (m3)	Superficie (m2)	Volume (m3)	Superficie (m2)	Volume (m3)	Superficie (m2)	Volume (m3)	Superficie (m2)
Montréal à Sorel	-----		400	975					350	675	750	1 650
Sorel à Trois-Rivières	25 431	33 900	47 910	57 200	150 192	209 462	2 400	8 800	12 333	20 970	236 266	330 332
Trois-Rivières à Grondines	66 195	54 845	4 400	6 800	26 878	46 127	63 924	82 663	84 100	107 150	245 497	297 785
Grondines à Québec	8 159	15 984	15 199	27 858	13 364	23 929	14 683	24 918	7 228	13 256	58 631	105 945
Québec à Sault-au-Cochon	124 098	182 318	107 301	167 672	97 266	130 844	119 371	175 234	85 151	135 682	533 217	791 750
Rivière Saguenay	-----		23 414	31 412							23 414	31 412
Total	223 833	287 047	198 654	291 917	287 700	410 362	200 378	291 815	89 160	277 933	1 099 775	1 559 074

Note: tout le matériel dragué a été déversé dans le cours d'eau

Les ports et canaux de navigation situés près des zones urbanisées reçoivent les effluents municipaux et industriels. La manipulation des sédiments, lors du dragage, peut entraîner la remise en suspension de polluants et avoir les conséquences suivantes sur l'environnement:

- augmentation momentanée de la turbidité;
- changement bathymétrique;
- changement dans les propriétés physiques des sédiments;
- diminution de l'oxygène dissous;
- augmentation potentielle de matière organique;
- apport possible de matières toxiques par le transfert de polluants des sédiments vers l'eau.

L'augmentation de la circulation maritime crée également des risques de naufrages et de déversements accidentels de pétrole et de produits chimiques.

12.2.3 Les impacts sur l'air

Selon Environnement Canada, la plus importante source de pollution atmosphérique est constituée par les véhicules à essence. Les automobiles sont responsables de plus de 20 p. 100 de la pollution de l'air et dégagent dans l'environnement des polluants nocifs tels que le plomb, les oxydes d'azote, les résidus d'hydrocarbures et le monoxyde de carbone.

Les automobiles sont responsables de 20 p. 100 des oxydes d'azote, de 23 p. 100 des hydrocarbures, et de 45 p. 100 du monoxyde de carbone libérés dans l'environnement.

Les activités de transport, comprenant les automobiles, camions, trains, etc. sont la principale source d'oxydes d'azote (NO_x). Ces composés se transforment dans l'atmosphère en composés acides (nitrates) et retournent sur la terre sous forme de précipitations. Les composés azotés restent en moyenne jusqu'à deux jours dans les régions supérieures de l'atmosphère. On les retrouve plus près des points d'émission que les composés sulfatés provenant des émanations d'anhydride sulfureux. Au cours des 25 dernières années, les émissions de NO_x ont doublé.

Les hydrocarbures jouent un rôle clé dans la formation de l'ozone, à l'origine de ce qu'on appelle le "smog". Ce phénomène est le produit d'une réaction photochimique entre les oxydes d'azote et les hydrocarbures et survient fréquemment dans les grandes villes.

Pendant un certain temps, l'on a pensé que les avions voyageant dans la stratosphère avaient pour effet de détruire la couche d'ozone. Cette hypothèse fut mise de côté étant donné le faible nombre d'avions voyageant à cette altitude et surtout l'importance majeure des chlorofluorocarbones provenant des systèmes de réfrigération et des bombes aérosol.

12.2.4 Les impacts du bruit

L'O.C.D.E. définit le bruit comme étant un son intempestif ou excessif mais, de façon plus précise, comme tout son susceptible de produire des effets physiologiques ou psychologiques non souhaités sur une personne ou un groupe de personnes.

Les deux principales sources de bruit auxquelles est soumise la population sont le trafic aérien et la circulation routière. Le bruit des avions dérange un moins grand nombre de gens que le bruit de la circulation automobile. Cependant, le bruit des avions est plus gênant que le bruit de la circulation pour les personnes résidant à proximité des aéroports.

La pollution sonore engendrée par la circulation routière est un phénomène découlant de l'utilisation et de l'expansion du réseau routier. Le bruit de la circulation routière est dû principalement au système d'échappement des gaz du moteur et au roulement des pneus sur la chaussée.

La population vivant le long des infrastructures routières perçoit le bruit comme une nuisance. Cependant,la perception du bruit de la circulation variant d'une personne à l'autre, il est difficile de bien saisir tous ses effets. Quelques données sur le niveau du bruit des autoroutes en milieu urbain sont indiquées dans le chapitre 13 (L'environnement et la ville, section 13.5, Le bruit communautaire).

12.2.5 Les impacts sur le sol

Les impacts de la construction et de l'entretien de routes sur les sols et leur utilisation sont les suivants:

- l'accessibilité à un nouveau milieu;
- la destruction du sol superficiel;
- l'exposition du sol;
- le compactage du sol;
- l'érosion de surface;
- la perte des sols arables;
- le lessivage d'éléments minéraux et organiques.

À ces impacts sont rattachées des répercussions touchant le milieu agricole, entre autres, la modification du drainage agricole, la perturbation du rendement des cultures et de l'élevage.

L'aménagement d'infrastructures de transport, qu'il s'agisse des routes, des ports ou des aéroports, modifie l'utilisation actuelle et potentielle des sols. Ainsi, en compactant et en pavant ces espaces, les sols sont stérilisés, ce qui provoque des pertes pour l'agriculture, la forêt, la faune, etc.

Par ailleurs, l'épandage des pesticides constitue une source de contamination. Bien que les applications soient moins importantes que celles reliées à la foresterie et à l'agriculture, le ministère des Transports du Québec utilise, pour l'entretien du réseau, des herbicides qui agissent comme régulateur de croissance et diminuent le nombre de tontes dans les talus à forte pente. D'autres herbicides sélectifs agissent en éliminant les dicotylédones. Enfin, les stérilisants facilitent les opérations d'entretien aux endroits difficiles d'accès. Le tableau 12.5 présente un bilan des quantités d'herbicides utilisées au cours des cinq dernières années.

Tableau 12.5
Quantité d'herbicides épandus en bordure du réseau routier par le ministère des Transports du Québec

Nom commercial	Ingrédient actif	1982 Q/S	1983 Q/S	1984 Q/S	1985 Q/S	1986 Q/S
EMBARK 1.5-S	Méfluidide	38 kg/62 ha	75 x kg/125 ha			720 x kg/90 ha
SPIKE 80 W	Tébuthiuron	1000 kg/125 ha	700 x kg/88 ha		240 x kg/30 ha	
KROVAR	Bromacil/Diuron	2000 kg/125ha	600 x kg/38 ha	2500 x kg/156 ha		
AMSOL	2,4 D		250 x kg/250 ha	100 x kg/100 ha		870 x kg/435 ha
NATCA	Acide trichloroacétique		360 x kg/n.d.			
SYLVAPROP	2,4 D et 2,4 DP		315 x kg/n.d.			
ROYAL MH-60	MH, hydrazide maléïque					
RETARD	MH, hydrazide maléïque					

Q= Quantité basée sur les achats du ministère des Transports du Québec
S= Superficie estimée selon les taux d'application

Au Québec, on ramasse en moyenne, au cours de la période estivale (environ six mois), quelque 400 kg de déchets solides pour chaque kilomètre de route. Le prix du ramassage de ces déchets pour l'ensemble du réseau routier provincial est d'environ 400 $ la tonne métrique. Ce coût s'élève à 600 $ la tonne pour les haltes routières, qui sont surtout fréquentées par les touristes. C'est 30 fois le prix moyen qu'il en coûte normalement aux municipalités pour gérer leurs déchets domestiques. En plus, la présence de tels déchets près des cours d'eau, aux abords des voies de circulation et des sites récréatifs a un impact visuel certain.

12.2.6 Les impacts sur la faune et la flore

Les impacts de la construction, de l'utilisation et de l'entretien des routes sur la faune et la flore sont les suivants:

- la suppression d'arbres et d'arbustes;
- la suppression de la végétation herbacée;
- la création de barrières physiques;
- la modification du micro-climat;
- le changement de la composition floristique;
- la perturbation de zones humides;

- la perturbation des déplacements et de la migration de la faune;
- la perturbation de l'habitat en général, des ravages, des sites de reproduction;
- l'augmentation du stress;
- l'augmentation de la pression de chasse et de pêche.

Quant aux impacts des opérations de dragage sur la faune et la flore, ils sont les suivants:

- la modification de la productivité du phytoplancton;
- la modification de la composition de la faune benthique;
- la bio-accumulation potentielle d'éléments toxiques dans la chaîne alimentaire;
- le colmatage des branchies des poissons;
- la dégradation de frayères et d'habitats à sauvagines et à mammifères semi-aquatiques;
- la barrière à la migration, en raison de la turbidité.

12.3 L'ÉVOLUTION PRÉVISIBLE

La hausse des coûts de l'énergie et les politiques gouvernementales ont incité les fabricants d'équipements et les transporteurs à abaisser la consommation d'essence des véhicules. La déréglementation et la concurrence accrue pourraient accélérer ce processus, puisque les entreprises chercheront à obtenir un maximum d'efficacité de leur équipement. Cet objectif sera atteint par des moteurs plus économiques en carburant et mieux adaptés aux besoins, mais aussi par la rationalisation des opérattions visant à éliminer les déplacements inutiles.

Dans le transport routier, le transfert vers l'essence sans plomb est en bonne voie de réalisation. Presque toutes les nouvelles voitures utilisent maintenant ce carburant. En outre, les normes qui s'appliquent à partir des modèles 1988 vont permettre de réduire substantiellement l'émission des autres polluants. Le diesel devient aussi de plus en plus populaire, et des recherches se poursuivent sur de nouvelles sources de carburant (gaz naturel, alcools...).

Dans le camionnage, l'essence régulière devient de moins en moins utilisée, pour faire place au diesel et même au gaz naturel. Plusieurs innovations ont permis d'abaisser la consommation de carburants, les déflecteurs d'air par exemple. La gestion de la flotte et du trafic est aussi un point essentiel à améliorer.

Les transports ferroviaires ont longtemps conservé la même technologie pour les locomotives, pendant que d'importantes modifications étaient apportées aux wagons. L'arrivée du LRC pour le transport des passagers a été un changement majeur, et la nouvelle technologie pourrait être adaptée en partie au transport des marchandises, avec l'aban-don des vieilles locomotives.

Après une période où les recherches visaient à accroître la vitesse et la capacité, les transporteurs aériens se tournent maintenant vers des appareils plus adaptés aux besoins. Le moteur à hélices reprend une certaine place sur le marché, avec la diminution de la taille des avions et l'augmentation de la fréquence des vols.

Les transports ont sûrement des effets importants sur l'environnement physique. Les recherches se poursuivent néanmoins pour minimiser ces impacts, tout en améliorant l'efficacité des différents moyens de transport. Il y aura toujours un certain conflit entre les besoins de déplacement et la nécessité de conserver un environnement sain. Il s'agit donc d'obtenir le meilleur équilibre possible pour satisfaire les citoyens actuels, mais aussi les générations futures.

En ce qui concerne le contrôle de la pollution par le bruit, des écrans acoustiques (talus de terre, murs verticaux) sont un des moyens pour améliorer la qualité sonore des secteurs résidentiels localisés le long d'infrastructures routières. Ces murs font même parfois partie intégrante de la construction de la route.

BIBLIOGRAPHIE

BUREAU D'AUDIENCE PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT, (1986). Projet de réaménagement de la route 116, tronçon Princeville, Plessisville, Ministère de l'Environnement du Québec, Rapport No 21, 115 p. + annexes

ENVIRONNEMENT CANADA, 1985 A. Problématique des activités de dragage, Rapport SPE, 4/MA/1, 80 pp.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1985 B. Environnement à la une, Vol. 5, No 4, p. 2-3.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1985 C. Guide pour un examen environnemental préalable des projets de dragage et de génie maritime dans le Saint-Laurent, 141 pp.

GIRARD, C. ET D. LUSSIER, 1986. Les répercussions environnementales du déplacement des personnes et des biens sur l'écosystème urbain, Conférence présentée dans le cadre du Congrès des biologistes du Québec, Dactylogramme, 22 pp.

LAVOIE, JEAN-GUY, 1986. Le développement récréatif: problématique et impacts, Institut pour la recherche et l'éducation en matière de conservation, Sainte-Foy, 247 pp.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1987. Transport et environnement, 22 p. (non publiées).

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1986. Le mémento statistique du transport au Québec, Service de la statistique, Collection étude et recherche en transport, Québec, 175 pp.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1986. Le réseau ferroviaire, Les publications du Québec, 55 p + 1 carte.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1985. Réaménagement de la route 116, tronçon Princeville-Plessisville, Service de l'environnement, Montréal, 146 pp. Annexes.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1983. Modèle de calcul de la concentration de chlorure dans les lacs situés en bordure des routes, Service de l'environnement, Montréal, 40 p. + annexes.

O.C.D.E., 1979. L'état de l'environnement dans les pays de l'O.C.D.E., 1 985 pp.

CHAPITRE 13

L'ENVIRONNEMENT ET LA VILLE

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	355
13.1	La qualité de l'eau potable	356
13.2	Les rejets d'eaux usées	361
	13.2.1 Les formes de pollution	361
	13.2.2 Les sources de pollution	362
	13.2.3 Les interventions	365
13.3	Les déchets municipaux	367
	13.3.1 L'élimination des déchets municipaux	367
	13.3.2 La récupération et le recyclage	370
13.4	L'air en milieu urbain	374
	13.4.1 L'évolution de la qualité de l'atmosphère en milieu urbain	374
13.5	Le bruit communautaire	380
13.6	Les milieux boisés urbains	381
	BIBLIOGRAPHIE	383

LISTE DES TABLEAUX

13.1 Nombre de systèmes de distribution d'eau devant être soumis aux contrôles bactériologiques et physico-chimiques en octobre 1987

13.2 Concentration des HAP dans l'eau (1986)

13.3 Concentration des pesticides dans l'eau (1986)

13.4 Concentration des composés organiques volatils dans l'eau (1986)

13.5 Interprétation des résultats de 1985 et 1986

13.6 Sources pouvant être reliées à un certain nombre de paramètres déterminés dans des eaux de ruissellement

13.7 Contaminants présents dans les eaux de ruissellement pluvial de certains sites à Montréal (été 1986)

13.8 État d'avancement des conventions signées

13.9 Composition des ordures ménagères

13.10 Coûts d'élimination des déchets solides au Québec ($/tonne pour l'année 1985-86)

13.11 Répartition de la population desservie et du tonnage de déchets solides municipaux correspondant aux différentes méthodes d'élimination (année 1986)

13.12 Principales matières récupérables contenues dans les déchets municipaux

13.13 Répartition des municipalités desservies par un programme de collecte sélective par région administrative en 1987

13.14 Répartition des catégories de papier récupéré

13.15 Sommaire des mesures de particules en suspension pour diverses agglomérations urbaines en 1985

13.16 Ozone: pourcentage de dépassements de la norme sur une heure en 1985

13.17 Surface en parcs locaux et métropolitains en hectares par mille habitants

LISTE DES FIGURES

13.1 Pourcentage de la population desservie par un système ayant dérogé aux normes de qualité microbiologique

13.2 Particules en suspension: évolution des moyennes annuelles et des pourcentages de dépassements de la norme sur 24 heures pour l'ensemble des postes de certaines agglomérations urbaines (1975-1985)

13.3 Monoxyde de carbone: évolution des concentrations moyennes annuelles entre 1975 et 1984 pour quelques postes de la région de Montréal

13.4 Dioxyde de soufre: évolution des concentrations moyennes annuelles entre 1975 et 1984 pour quelques postes d'échantillonnage au Québec

INTRODUCTION

Au Québec, comme dans toute société industrielle, la ville est le principal mode d'organisation des établissements humains. De majoritairement rurale qu'elle était au début des années 40, la population du Québec est devenue, en quelques décennies, très majoritairement urbaine. Selon les dernières statistiques, près de 80 p. 100 de la population vit aujourd'hui "en ville". Malgré son immense territoire (1 517 300 km²), le Québec est caractérisé par une concentration de sa population dans la vallée du Saint-Laurent. Sur un territoire équivalant à moins de 1 p. 100 de la superficie totale de la province, soit les régions de l'Outaouais, de Montréal et de Québec, on retrouve plus de 50 p. 100 de la population. Le Québec compte près de 1500 municipalités, dont une vingtaine de plus de 50 000 habitants.

Jusqu'à présent, les préoccupations environnementales ont surtout porté sur les répercussions des activités humaines sur les milieux naturels, et le milieu urbain a été identifié comme une source de pression sur l'environnement. L'urbanisation constitue un stade avancé du processus de transformation de l'environnement naturel ou de l'environnement rural et apporte avec elle certaines nuisances reliées à la concentration d'activités humaines, industrielles ou de loisir.

Dans ce contexte, il est intéressant de mieux connaître les pressions environnementales associées au milieu urbain et d'établir ce que la ville consomme comme ressources et rejette comme déchets dans l'eau, l'air et le sol.

Cependant, la ville ne doit pas être perçue uniquement comme un système créant des pressions sur le milieu naturel, mais également comme un milieu dans lequel différentes espèces, et en particulier les humains, entretiennent des relations avec ce qui les entoure.

13.1 LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE

L'eau potable est un élément essentiel à la vie auquel tout citoyen québécois a droit en quantité et en qualité suffisantes. La majorité des municipalités du Québec disposent d'un système d'approvisionnement en eau potable pour le bénéfice de leurs citoyens. Les citoyens de deux municipalités sur trois, soit 95 p. 100 de la population du Québec, sont desservis par un ou plusieurs systèmes de distribution.

En octobre 1987, le nombre total de systèmes de distribution d'eau potable se répartissait de la façon suivante: 1035 systèmes dont les municipalités sont propriétaires; 329 systèmes privés correspondant aux réseaux communautaires, propriétés d'individus, de coopératives ou de corporations, et 357 systèmes desservant exclusivement une institution. Le tableau 13.1 présente la répartition de ces systèmes par région et indique le nombre de personnes desservies.

Environ 80 p. 100 de la population québécoise boit une eau d'aqueduc qui a subi un traitement; de ce nombre, 67 p. 100 est desservie par une usine de filtration. Par ailleurs, l'eau souterraine sert de source d'approvisionnement à 20 p. 100 de la population, soit 65 p. 100 des municipalités desservies par un système de distribution. En règle générale, les eaux de surface alimentent les réseaux des municipalités de plus de 5000 habitants, tandis que presque toutes les municipalités de moins de 5000 habitants utilisent l'eau souterraine.

Dans les municipalités inuit du Nord québécois, où l'eau brute puisée dans des lacs ou des rivières est habituellement de qualité excellente, il est malgré tout difficile d'assurer en tout temps une disponibilité d'eau potable de bonne qualité, étant donné que celle-ci est transportée aux habitations par camions-citernes, ce qui entraîne de nombreuses manipulations.

TABLEAU 13.1
Nombre de systèmes de distribution d'eau devant être soumis aux contrôles bactériologiques et physico-chimiques, octobre 1987

Région	Municipalité		Institution		Privé	
	Systèmes	Population	Systèmes	Population	Systèmes	Population
Bas-Saint-Laurent et Gaspésie	126	219 968	74	7 400	27	3 638
Saguenay et Lac-Saint-Jean	70	273 553	2	57	17	1 708
Québec	181	802 251	65	16 459	57	12 470
Mauricie et Bois-Francs	130	368 787	25	2 500	38	5 207
Estrie	77	279 306	42	11 933	45	7 559
Montréal-Lanaudière	90	1 905 501	13	2 645	41	6 847
Laval-Laurentides	99	580 146	15	5 147	74	17 039
Montérégie	126	861 897	38	7 266	7	3 587
Outaouais	35	210 000	13	1 300	6	300
Abitibi-Témiscamingue	40	106 242	57	4 717	0	0
Côte-Nord	39	92 249	13	1 696	17	2 401
Nouveau-Québec	22	13 956	0	0	0	0
TOTAL	1 035	5 713 856	357	61 120	329	60 756

Source: Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

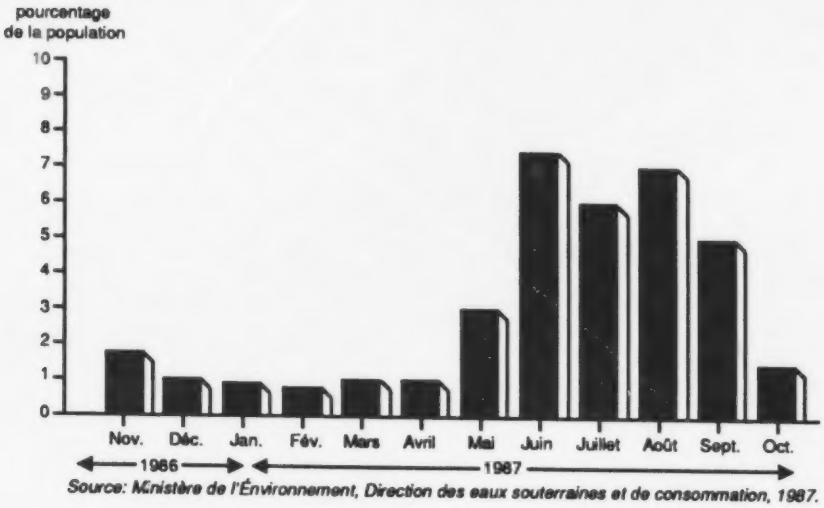
Le règlement sur l'eau potable donne une définition légale d'une eau potable en établissant des normes microbiologiques, une norme de turbidité, des normes relatives à 14 composés inorganiques, à 19 pesticides, à trois autres substances organiques, ainsi qu'à cinq substances radioactives. Les analyses des paramètres microbiologiques et inorganiques, de même que la turbidité, relèvent de la responsabilité des propriétaires des réseaux de distribution desservant plus de 50 personnes.

La qualité microbiologique de l'eau potable

Dans la majorité des cas, les normes microbiologiques sont respectées. La figure 13.1 présente pour chaque mois de l'année le pourcentage de la population desservie par un système ayant dérogé aux normes microbiologiques.

FIGURE 13.1

POURCENTAGE DE LA POPULATION DESSERVIE PAR UN SYSTÈME AYANT DÉROGÉ AUX NORMES DE QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE



Source: Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

Les principales observations sont que le taux de contamination est très faible (<1 p. 100 de la population) en hiver et augmente avec le réchauffement de l'eau, pour atteindre les maxima (5 à 7 p. 100 de la population) dans les mois de juin à septembre. De façon générale, la qualité microbienne de l'eau de consommation au Québec est acceptable. Les systèmes présentant des problèmes font l'objet de mesures correctrices, dès qu'il y a dépassement des normes.

La qualité physico-chimique de l'eau potable (paramètres inorganiques et turbidité)

Depuis l'adoption du règlement sur l'eau potable, en juin 1984, il n'y a eu que quelques cas de non-conformité aux normes prescrites. Les paramètres concernés ont été à titre d'exemple: la turbidité, l'uranium, le baryum et les fluorures. En général, la qualité physico-chimique (paramètres inorganiques) de l'eau de consommation du Québec est conforme aux normes du règlement sur l'eau potable.

La qualité physico-chimique de l'eau potable (micropolluants organiques)

Depuis mai 1985, le ministère de l'Environnement mesure les micropolluants organiques dans l'eau de consommation de 18 municipalités, dont la population représente près de la moitié de celle du Québec et est alimentée par de l'eau de surface. Annuellement, on procède à deux campagnes d'échantillonnage: l'une l'été et l'autre l'hiver. Le nombre de paramètres mesurés est passé de 35 en 1985, à 42 en 1986, à 47 en 1987 (campagne d'été).

Les résultats de 1985 et 1986 ont jusqu'ici fait l'objet d'une interprétation. Nous présentons dans les tableaux suivants (tableaux 13.2, 13.3 et 13.4) le détail des résultats positifs (c'est-à-dire au-dessus du seuil de détection) des deux campagnes de 1986. Il est à noter que les seuils de détection sont bien au-dessous des normes ou recommandations reconnues.

TABLEAU 13.2
Concentration des HAP dans l'eau (1986)

Composé	Eau brute		Eau traitée			
			Usine		Réseau	
	Nb. résultats positifs*	Écart (ng/l)**	Nb. résultats positifs*	Écart (ng/l)**	Nb. résultats positifs*	Écart (ng/l)**
Fluoranthène	35	D-60,2	31	D-15,2	33	D-215
Pyrène	36	D-39,7	31	D-25,7	33	D-92,2
Chrysène	21	D-16,5	5	D	14	D-7,2
Ideno (1, 2, 3, cd) pyrène	2	D				
Benzo (a) anthracène	2	D-10,3	2	D	4	D-7,7
Benzo (b) fluoranthène	4	D-16	1	D	3	D-5,8
Benzo (k) fluoranthène	5	D-16			2	D
Benzo (e) pyrène	12	D-12,5	2	D	3	D-15,0
Benzo (a) pyrène	2	5-7,5				
Benzo (q, h, i) pérylène					1	D

* Exprimé en terme de nombre de réseaux avec des résultats positifs.
** ng/l: Nanogramme par litre ou 10^{-9} grammes par litre.
D: Détecté
Source: Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

TABLEAU 13.3
Concentration des pesticides dans l'eau (1986)

Composé	Eau brute		Eau traitée	
			Usine	Réseau
	Nb. résultats positifs*	Écart (ng/l)**	Nb. résultats positifs*	Écart (ng/l)**
Atrazine	27	D-1201	24	D-783
Simazine	11	D-143	11	D-150
Cyanazine	2	D	1	D

* Exprimé en terme de nombre de réseaux avec des résultats positifs.
** ng/l: Nanogramme par litre ou 10^{-9} grammes par litre.
D: Détecté
Source: Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

TABLEAU 13.4
Concentration des composés organiques volatils dans l'eau (1986)

Composé	Eau brute		Eau traitée			
			Usine		Réseau	
	Nb. résultats positifs*	Écart (ng/l)**	Nb. résultats positifs*	Écart (ng/l)**	Nb. résultats positifs*	Écart (ng/l)**
Trihalométhanes totaux	23	0,06-19,4	34	1,8-191,8	32	6,0-181,9
Tétrachloroéthylène	8	0,11-1,18	9	0,06-1,54	7	0,15-1,07
Dichlorométhane	8	0,8-2,7	7	0,15-1,7	8	0,53-2,3
Trichloroéthylène	3	0,08-0,25	3	0,11-0,20	1	0,16
1,1,1 trichloroéthane	6	0,08-0,4	5	0,09-0,15	3	0,06-0,16
1, 2 dichloroéthane	1	0,38	1	0,38	1	0,34
Benzène	1	0,1	1	0,3	1	0,5
Toluène	1	0,1	6	0,13-0,21	7	0,11-0,6
1, 2 dichlorobenzène					1	3,4
1, 3 dichlorobenzène	1	0,11			4	0,12-7,8
1, 4 dichlorobenzène					2	0,15-1,2

* ug/l: Microgramme par litre ou 10^{-6} grammes par litre

Source: Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

Par groupe de substances chimiques, voici un résumé (tableau 13.5) de l'interprétation des résultats des campagnes d'échantillonnage de 1985 et 1986.

TABLEAU 13.5

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE 1985 ET 1986

GROUPE	RÉSUMÉ DES RÉSULTATS
Biphényles polychlorés (BPC) (1 paramètre)	. Ne sont plus mesurés depuis l'été 1986, parce que non détectés dans les campagnes précédentes (<10 ng/l).
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (10 paramètres)	. Le traitement de l'eau réduit les HAP contenus dans l'eau brute . Les HAP, détectés dans l'eau potable de presque toutes les municipalité, proviendraient des enduits goudronneux ou bitumineux des tuyaux des réseaux de distribution de l'eau. Les HAP libérés sont principalement le fluoranthène et le pyrène. . Les concentrations retrouvées sont en général en deçà des normes existantes. . Certains HAP représentent un risque potentiel pour la santé, mais la contribution de l'eau potable représente peu (au maximum 5 p. 100) sur la quantité totale à laquelle l'homme est exposé. . Le benzo (a) pyrène, seul HAP reconnu comme probablement cancérigène chez l'homme, n'a pas été détecté dans l'eau potable. . Plusieurs recherches sont actuellement menées au Ministère sur les HAP dans l'eau de consommation de façon à approfondir nos connaissances pour ce groupe de paramètres.

TABLEAU 13.5 (SUITE)

GROUPE	RÉSUMÉ DES RÉSULTATS
Composés organiques volatils (20 paramètres) sauf les trihalométhanes	. Certains de ces composés détectés dans l'eau sont possiblement cancérigènes pour l'humain. . Aucun résultat pour ces composés organiques volatils n'excède les normes établies ou les normes provisoires de l'OMS (Organisation mondiale pour la santé) et de certains organismes américains. Il n'existe aucune norme canadienne pour ces produits. . Les concentrations détectées sont généralement dans les gammes de concentrations observées ailleurs au Canada et aux États-Unis.
Trihalométhanes (THM (4 paramètres)	. Les eaux brutes contiennent des concentrations détectables, mais faibles comparativement aux eaux traitées. Les THM sont formés lors du traitement de l'eau, lorsqu'il y a chloration en présence de certaines substances organiques. . Le chloroforme, qui représente en général plus de 90 p.100 des THM, est considéré par l'IARC (International Agency for Research on Cancer) comme potentiellement cancérigènechez l'homme. . Aucun résultat des THM n'excède la norme de 350 µg/l du Règlement sur l'eau potable. . La norme américaine (moyenne annuelle) est de 100 µg/l pour les THM. . Les résultats de 14 municipalités (sur 18) dépassent la recommandation de 30 µg/l de l'OMS s'appliquant au chloroforme. . Les concentrations détectées sont situées dans les gammes de concentrations normalement rencontrées ailleurs au Canada et aux États-Unis. . Plusieurs études sont actuellement en cours au Ministère pour parfaire notre connaissance sur les concentrations des THM dans l'eau de consommation du Québec, pour approfondir nos informations sur les dangers pour la santé que peuvent présenter ces composés, et enfin pour évaluer les modes de traitement qui empêcheraient la formation de ces produits.

TABLEAU 13.5 (SUITE)

GROUPE	RÉSUMÉ DES RÉSULTATS
Pesticides (7 paramètres)	. Trois (atrazine, simazine, cyanazine) des sept pesticides mesurés ont été détectés parmi les 18 municipalités au programme. . Aucun résultat n'excède les recommandations provisoires suggérées par le ministère de la Santé et du Bien-Être social. . Les concentrations dans l'eau traitée sont sensiblement les mêmes que celles mesurées dans l'eau brute. Le traitement des eaux semble peu efficace pour l'élimination de ces composés. . Des campagnes d'échantillonnage sont en cours pour connaître les variations temporelles de ces composés et pour mesurer les maxima retrouvés au Québec. Aussi, d'autres pesticides seront mesurés dans les prochaines campagnes.

Source: Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, 1987.

13.2 LES REJETS D'EAUX USÉES

Le rejet des eaux usées sans traitement est une des principales agressions de la ville sur les cours d'eau. Le degré de pollution qu'on y trouve rend pratiquement impossible l'usage de leur eau pour des fins de consommation domestique ou de récréation.

13.2.1 Les formes de pollution

- La matière organique, qui, dans sa biodégradation, consomme de l'oxygène lui-même nécessaire à la vie aquatique;

- les fertilisants (N et P), qui, en accroissant la productivité primaire, peuvent porter atteinte tant à la vie aquatique qu'aux usages humains;

- les matières en suspension, qui nuisent à la vie aquatique, réduisent la pénétration de la lumière ainsi que la qualité esthétique des cours d'eau;

- les matières décantables, qui se déposent dès que les conditions hydrauliques le permettent et ont des impacts reliés au contenu même de ces matières;

- la contamination bactériologique caractéristique des rejets animaux; elle nuit à la vie aquatique et surtout aux activités humaines (contacts avec l'eau, ingestion d'eau ou d'aliments);

- la contamination toxique, qui, dans l'eau, se retrouve dans toute la chaîne alimentaire aquatique et rejoint l'humain par l'ingestion d'eau ou d'aliments;

- les matières flottantes, qui font baisser la qualité esthétique des cours d'eau et peuvent entraîner d'autres formes de pollution, selon leur nature.

13.2.2 LES SOURCES DE POLLUTION

Les eaux usées domestiques

Le citadin utilise environ 180 l (40 gallons) d'eau par jour à sa résidence et environ 90 à 180 l par jour pour l'ensemble de ses autres activités non industrielles. On retrouve à l'égout domestique près de 90 p. 100 de cette eau.

Le même égout reçoit aussi des eaux dites parasites, car non conformes à la vocation de cet égout. Il s'agit des eaux provenant des drains de toits, des drains de fondation, de la nappe souterraine entrant dans l'égout par défaut d'étanchéité, etc. Ces eaux claires peuvent représenter, en moyenne, une quantité équivalente à celle des usages de l'eau potable. En temps de pluie, elles peuvent même la dépasser de beaucoup. C'est évidemment une situation à corriger si l'on veut éviter de surdimensionner les ouvrages d'assainissement requis. Dans certains cas, la dilution des eaux domestiques par les eaux parasites est tellement élevée qu'elle peut nuire à l'efficacité des ouvrages en termes d'élimination de la pollution.

Les charges polluantes d'origine domestique sont maintenant bien connues. Il s'agit de la matière organique, des matières en suspension, de l'azote, de phosphore et des coliformes fécaux.

Les eaux de ruissellement

L'urbanisation conduit à une imperméabilisation du sol dans une proportion qui varie de moins de 50 p. 100 pour des secteurs résidentiels peu denses, à près de 95 p. 100 pour le centre des villes. Le ruissellement sur la surface imperméable entraîne vers les cours d'eau tout ce qui y a été déposé par l'activité urbaine et par les retombées sèches. Les zones perméables des parties développées sont essentiellement constituées de pelouses.

On retrouve dans ces eaux une grande variété de substances de différentes origines: usure des surfaces asphaltées, retombées atmosphériques, végétation (feuilles mortes, graines, brindilles), circulation automobile, passage d'animaux, utilisation d'abrasifs et de fondants chimiques en hiver. Le tableau 13.6 indique les diverses sources répertoriées.

Les quantités accumulées varient selon la densité de l'urbanisation. L'entraînement de ces débris et déchets est relié à l'intensité et à la quantité des précipitations. Par comparaison avec la pollution présente dans l'égout domestique, la pollution des eaux de ruissellement en été se caractérise par l'importance des métaux et des matières en suspension surtout inertes, comme les poussières ou le sable. (Tableau 13.7)

Le ruissellement associé à la fonte de la neige en milieu urbain présente à peu près les mêmes caractéristiques en termes de pollution (importance des matières inorganiques et des métaux), avec en plus, la présence de chlorures, de sodium et de calcium.

Les réseaux unitaires

Les quartiers les plus anciens des grandes villes sont équipés de réseaux unitaires qui véhiculent à la fois les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement. Les ouvrages d'interception des réseaux unitaires vers les stations d'épuration comportent des trop-pleins, qui fonctionnent en temps de pluie. On rejette alors vers le cours d'eau les débits excédentaires. La pollution ainsi déversée correspond au total de celle qui provient des eaux domestiques et du ruissellement, en plus des matières qui ont pu se déposer dans les égouts unitaires par temps sec. Cette pollution est caractérisée par la présence de matières décantables et la contamination bactériologique.

TABLEAU 13.6

SOURCES POUVANT ÊTRE RELIÉES À UN CERTAIN NOMBRE DE PARAMÈTRES DÉTERMINÉS DANS DES EAUX DE RUISSELLEMENT

PARAMÈTRE	SOURCES
Azote organique	Végétation (feuilles, graines), particules de sol, résidus d'asphalte, mélanges de fonte (urée)
Azote ammoniacal	Atmosphère, dégradation de matières végétales, fertilisants
Azote nitrite	Matière organique en cours de dégradation
Azote nitrate	Fertilisants, atmosphère, impuretés de sels de fonte
Phosphore	Fertilisants, végétation (feuilles, graines), additifs de l'essence, impuretés des sels de fonte
Hydrocarbures	Véhicules Systèmes de chauffage
Phénols	Matières végétales en cours de dégradation
Détergents	Lavage de voitures
Sulfates	Atmosphère, impuretés des sels de fonte
Chlorures	Mélanges de fonte
Calcium	Mélanges de fonte
Sodium	Mélanges de fonte
Plomb	Additifs de l'essence
Fer	Carrosserie de voitures, etc.
Zinc	Résidus de pneus, entre autres, corrosion des gouttières et colonnes pluviales
Chrome	Additifs des sels de fonte, carrosseries de voitures
Streptocoques fécaux	Fèces d'animaux

Source: INRS-EAU, Réseau de collecte des eaux usées, Tome 1: Méthodologie, décembre 1975.

TABLEAU 13.7

CONTAMINANTS PRÉSENTS DANS LES EAUX DE RUISSELLEMENT PLUVIAL DE CERTAINS SITES À MONTRÉAL (ÉTÉ 1986)

SITE	PARAMÈTRE	MOYENNE	MIN.	MAX.	UNITÉ
	Cond.	133,6	36,0	901,0	µS/cm
C	Turb.	55,1	13,0	180,0	UTN
O	M.E.S.	128,3	16,0	1 535,0	mg/l
M	C.O.D.	18,9	0,5	130,0	mg/L
M	Cl	37,7	5,0	390,0	mg/L
E	SO_4	14,7	4,0	79,0	mg/L
R	Ca	39,9	13,3	225,0	mg/L
C	Na	9,3	1,0	24,6	mg/L
I	Fe	5,2	0,9	28,5	mg/L
A	Pb	0,28	0,02	1,8	mg/L
L	Cr	0,010	0,002	0,05	mg/L
	H & G	10,3	2,0	35,0	mg/L
	Cond.	120,4	48,0	459,0	uS/cm
R	Turb.	48,7	3,4	210,0	UTN
É	M.E.S.	122,3	3,0	883,0	mg/L
S	C.O.D	17,3	0,5	190,0	mg/L
I	Cl	23,3	6,0	152,0	mg/L
D	SO_4	5,2	4,5	114,0	mg/L
E	Ca	36,9	12,2	175,0	mg/L
N	Na	6,5	1,1	29,4	mg/L
T	Fe	4,4	0,55	17,4	mg/L
I	Pb	0,19	0,02	1,10	mg/L
E	Cr	0,04	0,001	1,15	mg/L
L	H & G	8,1	2,0	27,0	mg/L
	Cond.	126,4	36,0	901,0	uS/cm
C	Turb.	51,6	3,4	210,0	UTN
O	M.E.S.	125,0	3,0	1 535,0	mg/L
M	C.O.D.	18,0	0,5	190,0	mg/L
.	Cl	29,9	5,0	390,0	mg/L
et	SO_4	14,9	4,0	114,0	mg/L
	Ca	8,3	12,2	225,0	mg/L
R	Na	7,8	1,0	29,4	mg/L
É	Fe	4,7	0,55	28,5	mg/L
S	Pb	0,23	0,02	1,76	mg/L
.	Cr	0,03	0,001	1,15	mg/L
	H & G	9,1	2,0	35,0	mg/L

Source: tiré de: Évolution dans le temps et dans l'espace de la qualité de la neige usée et de l'eau de ruissellement de pluie du territoire de la ville de Montréal, Centre de développement technologique, Université de Montréal, Avril 1987.

13.2.3 LES INTERVENTIONS

Il est possible de contrôler ou d'éliminer les différentes sources de pollution des eaux urbaines. La situation est toutefois plus complexe dans les villes plus anciennes, qui sont dotées de réseaux dits unitaires. Ceux-ci véhiculent tant les eaux usées domestiques que les eaux de ruissellement.

Il est plus facile de s'attaquer au problème lorsque les deux sources d'eaux usées, les eaux de ruissellement et les eaux usées domestiques, sont séparées. Le programme d'assainissement des eaux du Québec s'attaque, en priorité, à la première source, les eaux usées domestiques. En ce qui concerne les eaux de ruissellement, aucune action gouvernementale n'est prévue pour le moment.

Les interventions du programme d'assainissement des eaux sur la pollution d'origine urbaine visent actuellement à réduire les eaux parasites, à intercepter les eaux usées domestiques et les eaux des réseaux unitaires en période de temps sec, à traiter l'ensemble des eaux usées interceptées, à rendre les eaux usées industrielles compatibles avec les ouvrages de traitement biologique.

Le programme s'adresse à quelque 5 220 000 personnes, soit 80 p.100 de la popu- lation de la province. Au premier avril 1987, 614 municipalités, dont la population desservie par un réseau d'égouts est estimée à 5 070 000 personnes, étaient touchées par ce programme.

La population du Québec qui n'est pas desservie par un réseau d'égouts n'est pas visée par le programme d'assainissement et doit épurer ses eaux usées individuellement par une installation septique. Un règlement provincial a été adopté à cet effet et son application relève de chaque municipalité.

Selon les échéanciers établis à ce jour, la réalisation des ouvrages d'assainissement pour les municipalités qui ont signé une entente s'échelonnera jusqu'en 1992. On prévoit la construction de 269 usines d'épuration, ce qui comprend la restauration ou la modification de 56 usines déjà existantes au début du programme en 1978. Le tableau 13.8 donne un résumé de l'état d'avancement du programme d'assainissement pour ces 269 usines.

TABLEAU 13.8
État d'avancement des conventions signées

	Nombre d'usines	Pourcentage	Population	Pourcentage
Usines en activité	150	(56)	827 500	(18)
Usines en construction	29	(11)	1 106 300	(25)
Usines en plans et devis	36	(13)	619 500	(14)
Usines en étude préliminaire	54	(20)	1 901 700	(43)
Total	269	(100)	4 455 000	(100)

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de l'assainissement urbain, décembre 1987

LES NEIGES USÉES

1. L'ÉLIMINATION DE LA NEIGE

Dans la partie méridionale du Québec, à l'exception des régions montagneuses, il tombe en moyenne annuellement entre 200 et 350 cm de neige.

Selon un inventaire qui a été réalisé auprès de municipalités à travers le Québec, le volume annuel de neige à éliminer est estimé à plus de 30 000 000 m³ (compte tenu de leur importance, les villes de Québec et Montréal doivent éliminer à elles seules environ 40 p. 100 de ce volume) dont l'évacuation se faisait de la façon suivante: 64 p. 100 sur les dépôts terrestres, 29 p. 100 dans les cours d'eau et 7 p. 100 directement à l'égout ou en passant par des fondeuses à neige. Le nombre de municipalités utilisant un lieu d'élimination de neige est estimé à entre 250 et 300.

En 1983 au Québec, l'élimination de la neige enlevée des principales artères des petites villes et de la plupart des rues et stationnements des centres urbains se faisait par le biais de quelque 470 dépôts, 115 points de décharge aux cours d'eau, une dizaine de chutes au réseau d'égouts et 2 fondeuses. Ces deux derniers modes d'élimination ne sont utilisés que sur l'île de Montréal.

La plupart des dépôts ne seraient pas pourvus des bassins de sédimentation nécessaires à la rétention des solides. De plus, presque tous ces dépôts seraient situés en bordure immédiate des cours d'eau, entraînant ainsi des problèmes d'érosion des berges. Les aménagements visant à prévenir les nuisances et les problèmes d'insalubrité seraient également rares sur les lieux d'élimination de neige.

2. LA CONTAMINATION DE LA NEIGE

En milieu urbain, la neige absorbe en tombant les polluants présents dans l'air et accumule, pendant son séjour au sol, les polluants résultant de toute l'activité urbaine. La concentration de ces derniers augmente rapidement avec la proximité des rues et des industries (ou des autres sources fixes d'émissions atmosphériques), et aussi selon l'importance de la circulation automobile et la densité de la population.

De plus, en hiver, à cause du chauffage des édifices, les concentrations de dioxyde de soufre et de suie sont beaucoup plus élevées. La corrosion des véhicules automobiles est plus importante. Les gaz d'échappement en provenance des véhicules automobiles provoquent davantage de pollution en hiver, parce que les moteurs tournent plus longtemps à l'arrêt et à cause de l'utilisation de l'étrangleur du moteur.

Finalement, les méthodes de déneigement et de ramassage influencent également la qualité de la neige enlevée. Ainsi, l'épandage de sels ou d'abrasifs, qui précède généralement l'enlèvement de la neige, a pour effet d'"enrichir" cette neige de cristaux de sel, de concassé fin et de sable . D'autre part, la négligence des citoyens peut avoir pour conséquence d'ajouter des déchets solides à cette neige.

3. LES CONTRAINTES SOCIALES

Les activités d'élimination peuvent être la cause de nuisances telles que le bruit, les difficultés de circulation, des atteintes à l'esthétique urbaine, l'érosion, etc.

L'existence de dépôts de neige en milieu urbain crée un certain nombre de contraintes sociales, surtout si ces terrains sont situés dans des secteurs qui, au fil des ans, sont devenus les rares zones d'expansion possibles, pour l'habitation, les services ou les loisirs.

Par ailleurs, ces dépôts sont souvent exploités sans grand souci esthétique et sans préoccupation pour le bruit ou la malpropreté qu'ils engendrent. D'autres sont situés à des endroits ne permettant pas la mise en place d'équipements ou d'aménagements susceptibles de résoudre, ou tout au moins, de réduire ces problèmes. Par conséquent, les plaintes légitimes des citoyens amènent plus souvent la fermeture d'un lieu que son réaménagement.

13.3 LES DÉCHETS MUNICIPAUX

La quantité totale de déchets municipaux produite annuellement au Québec est de 5,6 millions de tonnes.

Les déchets municipaux comprennent:

- les ordures ménagères ramassées lors de la collecte municipale régulière;
- les déchets faisant l'objet d'une collecte à part, dans les gros commerces, les institutions et les industries importantes;
- les déchets volumineux;
- les déchets provenant du nettoyage des voies et des lieux publics;
- les résidus d'usines de traitement des déchets;
- les débris de démolition et d'excavation.

13.3.1 L'élimination des déchets municipaux

L'élimination des déchets municipaux au Québec se fait par incinération, par enfouissement sanitaire ou par dépôts en tranchée. Dans le cas des agglomérations en milieu nordique, situées au nord du 56e parallèle, la réglementation préconise le mode de gestion par dépôts de déchets. Les informations relatives aux surfaces occupées, les quantités de déchets, les catégories de déchets et les problèmes de contamination sont présentées au chapitre 5. La composition des ordures ménagères est présentée au tableau 13.9.

Les coûts d'élimination des déchets solides

Les coûts actuels d'élimination des déchets ont été évalués pour chacune des trois grandes méthodes se pratiquant au Québec (tableau 13.10).

L'incinération est la méthode la plus dispendieuse, à 33 $ par tonne, en raison des équipements coûteux et du personnel spécialisé qu'elle requiert. Les montants exprimés sont des coûts nets après déduction de deux types de revenus, soit les ventes de vapeur et les subventions gouvernementales.

L'enfouissement sanitaire revient présentement trois fois moins cher (en moyenne 10 $/t) que l'incinération tandis que le coût du dépôt en tranchée suit avec 9,50 $/t.

La population desservie et les tonnages ramassés

L'enfouissement sanitaire est la méthode d'élimination la plus importante. En effet, 70 p. 100 de la population du Québec est desservie par cette méthode qui élimine annuellement 4 070 000 tonnes de déchets ramassés.

L'incinération dessert 23 p. 100 des populations concentrées dans la ville de Montréal, la Communauté urbaine de Québec et la MRC de Desjardins. Le tonnage correspondant est de 535 000 t/an et cette valeur devrait demeurer stable ou même diminuer au fil des années, car les trois incinérateurs actuels ne desserviront pas plus de municipalités et l'implantation graduelle de la collecte sélective peut diminuer sensiblement une partie du volume présentement acheminé à ces incinérateurs. Le tableau 13.11 nous indique la répartition de la population desservie et du tonnage de déchets solides municipaux correspondant aux différentes méthodes d'élimination.

TABLEAU 13.9
Composition des ordures ménagères

	Déchets municipaux , pourcentage	Déchets commerciaux , pourcentage
Papiers/carton	28,5	46,4
Verre	10,9	7,0
Métaux ferreux	5,6	3,7
Métaux non ferreux	1,1	1,8
Plastiques	10,3	8,1
Matières putrescibles	29,1	21,1
Bois	2,4	1,8
Autres	12,1	10,1
Total	100,0	100,0

Source: Roche Ltée, Étude de la qualité et de la composition des déchets municipaux québécois et développement d'un modèle prévisionnel, 1985, 97 p.

TABLEAU 13.10
Coûts d'élimination des déchets solides au Québec
($/tonne pour l'année 1985-1986)

Méthode	$ / tonne		
	Minimum	Maximum	Moyenne pondérée
Incinération (1)	18	51	33
Enfouissement (2)	7	25	10
Dépôts en tranchée (3)	4	25	9,50

Source: Ministère de l'environnement, Direction de la récupération et du recyclage, 1987.

(1) données recueillies auprès des trois incinérateurs existants (coûts nets après la vente d'énergie)

(2) données recueillies auprès des municipalités, des responsables d'enfouissement sanitaire et dans divers rapports de firmes de génie-conseil

(3) données basées sur le rapport "Coûts et modalités de la gestion des déchets au Québec" du ministère de l'Environnement du Québec ainsi que sur des statistiques fournies par le ministère des Affaires municipales

TABLEAU 13.11
Répartition de la population desservie et du tonnage de déchets solides municipaux correspondant aux différentes méthodes d'élimination (année 1986)

	Déchets municipaux, pourcentage	Déchets commerciaux , tonnage
Incinération	23	566 000
Enfouissement sanitaire	70	4 070 000
Dépôts en tranchée	3	88 000
Dépotoirs	4	107 000
Matériaux secs	--(3)	800 000

Source: Ministère de l'environnement, Direction de la récupération et du recyclage, 1987.

(1) incluant les dépôts de matériaux secs et les boues pouvant être ramassées à la pelle, en provenance des stations d'épuration

(2) sources:
- liste à jour du ministère de l'Environnement du Québec sur les lieux d'élimination
- répertoire des municipalités de 1985
- plans directeurs régionaux du ministère de l'Environnement du Québec
- inventaires sectoriels du ministère de l'Environnement du Québec

(3) clientèle commerciale et industrielle surtout

La méthode du dépôt en tranchée est une solution utilisée dans les petites municipalités isolées situées surtout dans les régions périphériques du Québec, d'où le faible bassin de population (3 p. 100) et le tonnage restreint (88 000 t) qui y est associé.

En ce qui a trait aux dépotoirs, ils ne seront tolérés que pour peu de temps encore et se retrouve uniquement dans certaines zones où les enfouissements sanitaires tardent à s'implanter. On peut donc supposer que dans un proche avenir, les 4 p. 100 de la population desservie par les dépotoirs et les 107000 t/an que ceux-ci reçoivent viendront bientôt grossir les statistiques des enfouissements sanitaires.

La qualité des installations

Un programme de contrôle a été mis sur pied afin de vérifier l'état et la qualité des lieux d'élimination et d'échantillonnage des eaux de lixiviation.

- **L'enfouissement sanitaire**

Le premier bilan de ce contrôle, réalisé en mars 1983, démontre que l'enfouissement sanitaire est un mode d'élimination qui assure, dans la majorité des cas, une bonne protection de l'environnement, lorsqu'il est effectué sur un terrain propice et selon les règles de l'art. Toutefois, des lacunes importantes ont été notées sur quelques lieux d'enfouissement dans la plupart des régions, que ce soit sur le plan de l'aménagement, de l'exploitation journalière ou de la restauration finale.

Le bilan indique qu'une dizaine de lieux d'enfouissement causent des problèmes majeurs occasionnels ou permanents pour la qualité des eaux de surface; ces problèmes sont dus à la production d'eau de lixiviation dans des lieux établis sur les sols relativement imperméables. En 1986, une étude réalisée par le Groupe de recherche sur l'eau de l'Université Laval (CENTREAU), pour le compte du ministère de l'Environnement, portait sur le comportement des eaux de lixiviation dans des milieux géologiques représentatifs. Cette étude confirme le constat précédent.

Pour un enfouissement en milieu perméable, le traitement des eaux de lixiviation, assuré par l'infiltration des eaux dans le sol, est satisfaisant par rapport aux normes environnementales actuellement en vigueur.

Par contre, en milieu imperméable, où le traitement s'effectue à l'aide d'étangs d'épuration, les objectifs fixés dans la réglementation ne sont pas atteints.

- **Les dépôts en tranchée**

Le volet du programme de contrôle concernant les dépôts en tranchée a porté sur la vérification des normes d'enfouissement et sur l'appréciation de la qualité des aménagements et des opérations. Le bilan de 1983 révèle que, dans la majorité des cas, l'emplacement de ces dépôts est réglementaire, tandis qu'on signale un taux élevé de lacunes sur le plan des opérations dans la plupart des régions.

- **Les dépôts de matériaux secs**

Ces lieux d'élimination n'ont pas été évalués systématiquement. En raison de la nature relativement inerte des déchets acceptables sur ces lieux, on peut présumer que l'impact sur le milieu est faible même si certains indices de contamination auraient été identifiés sur quelques-uns de ces lieux.

- **Les dépôts de déchets en milieu nordique**

Étant donné les modifications récentes à la réglementation définissant les pratiques à utiliser quant à la localisation des sites et quant à la façon d'y gérer les déchets, il est encore tôt pour évaluer si des lacunes nécessitent des corrections.

Cette nouvelle approche a cependant comme mérite de concentrer les déchets dans un milieu donné, de circonscrire le site servant à cette fin et de permettre le dépôt des déchets dans un environnement où dominent le roc et le pergélisol.

- **L'incinération**

En général, la documentation sur la combustion des déchets municipaux révèle que les cendres et mâchefers représentent 25 à 30 p. 100 en poids de la masse initiale de déchets acceptés à l'entrée des incinérateurs. Le Québec ne fait pas exception puisque, selon des données de 1982-1983, recueillies pour les trois incinérateurs existant au Québec, la proportion était de 25 à 30 p. 100 dans le cas de l'incinérateur de la ville de Montréal et de 28 à 31 p. 100 pour les incinérateurs de la Communauté urbaine de Québec et de Saint-

David-de-l'Auberivière. Les informations sur les émissions des incinérateurs ont été fournies au chapitre 4 "L'air".

Les trois incinérateurs possèdent les mêmes types de fours permettant l'incinération en vrac des déchets par combustion en continu, sur des grilles dynamiques placées en gradins. Les incinérateurs de Québec et de Montréal sont dotés d'un système de récupération d'énergie produisant de la vapeur.

13.3.2 La récupération et le recyclage

La collecte sélective

La récupération et le recyclage d'une partie des déchets municipaux a comme avantage de réduire le volume de déchets à éliminer. Ces matériaux sont ramassés, par collecte sélective, triés, conditionnés puis revendus à des recycleurs qui les incorporent dans leur procédé de production.

Une bonne partie des déchets municipaux peut techniquement être récupérée et recyclée. Cependant, des impératifs d'ordre technique et économique font que certains produits ne sont pas récupérés. Par exemple, dans la catégorie des papiers et des cartons, le papier journal, le papier fin et le carton sont les seuls à pouvoir être récupérés et recyclés économiquement. Ces matières secondaires doivent cependant être propres, non souillées par les autres déchets domestiques.

Les contenants en verre et en aluminium peuvent, eux aussi, être récupérés et recyclés. Les contenants en acier, les plastiques et les autres métaux ferreux et non ferreux sont récupérables, pour autant qu'il existe un marché pour les écouler (tableau 13.12).

TABLEAU 13.12
PRINCIPALES MATIÈRES RÉCUPÉRABLES CONTENUES DANS LES DÉCHETS MUNICIPAUX

Matières secondaires	Débouchés habituels	Utilisations typiques
Papier journal	Pâtes et papiers	Carton plat, papier journal, isolant cellulosique
Carton	Pâtes et papiers	Cartons plats et ondulés
Papier fin	Pâtes et papiers	Papiers tissus Papiers à écriture
Verre	Verreries Producteurs de microbilles	Contenants de verre Abrasifs Peintures réfléchissantes
Plastique	Producteurs de plastique	Plastique de basse qualité
Métaux ferreux	Fonderies	Métal
Métaux non ferreux	Fonderies	Matières de charge

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de la récupération et du recyclage, 1987.

Au Québec, 15 p. 100 des municipalités et 25 p. 100 de la population sont touchées par un programme de collecte sélective de porte en porte ou d'apport volontaire (tableau 13.13). Toutefois, si la collecte de porte en porte dessert généralement bien l'ensemble de la population et correspond à la grande majorité des volumes récupérés, le nombre de dépôts pour l'apport volontaire est peu élevé comparativement à la population desservie. En effet, pour les municipalités où existe ce type de collecte, on ne compte qu'un dépôt par tranche de 35 000 personnes en moyenne. Or, l'expérience démontre que le ratio devrait être de l'ordre d'un dépôt pour 2000 personnes. Voilà pourquoi le volume récupéré n'atteint qu'environ 45 000 tonnes par an même si une forte population est touchée. En effet, la grande majorité des volumes récupérés le sont par des programmes de collecte sélective de porte en porte.

TABLEAU 13.13

RÉPARTITION DES MUNICIPALITÉS DESSERVIES PAR UN PROGRAMME DE COLLECTE SÉLECTIVE PAR RÉGION ADMINISTRATIVE EN 1987

Région administrative	De porte en porte (1)	Par apport volontaire (1)		
	Municipalités	Municipalités	Total des municipalités	Population total
Gaspésie-Bas-Saint-Laurent	0	2	2	850
Saguenay-Lac Saint-Jean	2	12	22	220 940
Québec	11	715	126	720 330
Trois-Rivières	17	88	105	318 560
Estrie	8	13	21	118 670
Montréal	6	7	13	441 300
Outaouais	0	0	0	0
Abitibi-Témiscamingue	0	0	0	0
Côte-Nord	0	0	0	0
Nouveau-Québec	0	0	0	0
TOTAL	**44**	**245**	**289**	**1 820 650**

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de la récupération et du recyclage, 1987.

(1) Certaines municipalités bénéficient des deux services.

Le cas de la région des Bois-Francs et de la ville de Lasalle

Implantée depuis 1979, la collecte sélective a débuté bien humblement dans la région des Bois-Francs. À l'origine, le programme ne couvrait que les villes de Victoriaville et d'Arthabaska et s'effectuait parallèlement à la collecte traditionnelle des déchets. Toutefois, le dynamisme de l'organisme local a vite contribué à faire de cette expérience une réussite d'envergure et à agrandir le territoire desservi par le programme.

La véritable consécration du programme est survenue en 1983, lorsque la ville d'Arthabaska a consenti à intégrer la collecte sélective à son système traditionnel de gestion des déchets et, par le fait même, à remplacer une collecte hebdomadaire de déchets par une collecte sélective de ressources secondaires. Le récupérateur était donc rémunéré pour le service de collecte sélective offert à la population.

Cette initiative a été rapidement imitée par d'autres municipalités et aujourd'hui, les municipalités urbaines de la région des Bois-Francs bénéficient de programmes de collecte sélective par substitution, intégrés au système de gestion des déchets. Dans son ensemble, le programme permet de diminuer la quantité de déchets à éliminer d'environ 20 p. 100. Il a aussi permis de créer une quinzaine de nouveaux emplois dans ce secteur.

Pour leur part, les municipalités rurales sont desservies par un système de conteneurs vidangés mensuellement. Les municipalités participantes accordent une rémunération pour chaque tonne de matière récupérée.

À LaSalle, le Conseil municipal a décidé, au début de 1986, d'offrir à la population un service de collecte sélective des ressources secondaires. Cette collecte sélective devait se faire en plus des deux tournées hebdomadaires de collecte des déchets et, afin d'en améliorer le rendement, le Conseil municipal a adopté un règlement obligeant les citoyens à effectuer le tri à la source de leurs déchets.

À la fermeture de l'appel d'offres, il a été décidé d'accepter la soumission présentée par la compagnie Recyclage Orford inc.. Cette soumission prévoyait qu'une rémunération de 7,00 $ par domicile serait octroyée pour effectuer la collecte sélective de porte en porte et ce, pour une durée de cinq ans. La ville de LaSalle acceptait d'investir 210 000$ par an pour implanter ce nouveau système.

D'autres partenaires acceptaient aussi de s'associer au projet. Ainsi, le ministère de l'Environnement octroyait 100 000 $ pour sensibiliser la population tandis que le Fonds québécois de la récupération fournissait les 30 000 bacs de récupération requis pour desservir l'ensemble de la population lasalloise.

La récupération et le recyclage du papier

Le volume total de papier et de carton contenu dans les déchets est de 30 p. 100 dans les déchets municipaux et de près de 50 p. 100 dans les déchets commerciaux. Nous rejetons annuellement 3,5 millions de tonnes de déchets municipaux et commerciaux, alors que nous en récupérons 350 000, ce qui représente un taux de récupération approchant les 10 p. 100.

Des papiers et cartons récupérés, le carton plat et ondulé représente la plus grande part du volume avec 40 p. 100, suivi des papiers mélangés (33 p. 100) des papiers fins (15 p. 100) et du papier journal (12 p. 100). La répartition des quantités est indiquée au tableau 13.14.

TABLEAU 13.14

RÉPARTITION DES CATÉGORIES DE PAPIER RÉCUPÉRÉ

Catégorie	Volume (tonnes)
Carton	138 400
Papier fin	51 800
Papier mélangé	115 500
Papier journal	42 300
Total	**348 000**

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de la récupération et du recyclage, 1987.

Cette activité de récupération est assurée localement par une soixantaine de centres de récupération, qui se retrouvent dans presque toutes les régions administratives du Québec et dont l'importance varie de quelques centaines de tonnes par an à six mille tonnes par mois.

La récupération du papier comporte des avantages certains tels que la réduction possible des coûts de collecte et d'élimination des déchets, l'augmentation de la vie utile des lieux d'enfouissement sanitaire, les économies d'énergie et une diminution de la charge polluante à traiter. Toutefois, l'absence de débouchés suffisants pour certaines catégories de papier, le manque d'organisation de l'activité de récupération dans les secteurs résidentiels et institutionnels et certaines carences au niveau des techniques de tri et de collecte limitent encore cette pratique.

Le recyclage des produits constitue au Québec une préoccupation de plus en plus importante. La possibilité d'épuisement des ressources naturelles force les sociétés industrielles à s'orienter vers une utilisation plus rationnelle de leurs ressources.

Au Québec, on compte 30 recycleurs ou utilisateurs de vieux papiers. La majorité d'entre eux utilisent des fibres cellulosiques provenant principalement des secteurs industriel, commercial et institutionnel. Parmi ceux-ci, 12 recycleurs utilisent du papier journal, 10, du papier fin, 15, du papier mixte, et 13, du carton. Plusieurs de ces recycleurs s'approvisionnent de deux catégories ou plus de fibres cellulosiques.

Ces usines utilisatrices consomment annuellement 545 000 tonnes de fibres secondaires, dont 35 p. 100 proviennent de l'extérieur du Québec. Les matières secondaires sont utilisées principalement dans la production du carton. Suivent le papier hygiénique, les matériaux de construction et le papier journal.

La récupération et le recyclage du verre

La récupération du verre comporte des avantages économiques et environnementaux. On peut mentionner la réduction du coût de collecte et d'élimination des déchets, l'augmentation de la vie utile des lieux d'enfouissement et la diminution de l'accumulation de rebuts de verre qui ne sont pas biodégradables.

Actuellement, le verre récupéré est centralisé en un seul endroit, où s'effectue son traitement, sa décontamination et sa revente. Ce centre traite environ 90 p. 100 de l'approvisionnement total de 50 000 tonnes par année.

Le calcin (verre broyé) actuellement récupéré provient, en majeure partie, du secteur industriel et commercial. Afin d'augmenter la part de calcin provenant du secteur domestique, on cherche à mettre au point des systèmes de séparation du calcin par couleur; cela permettra d'implanter des usines régionales de conditionnement du verre.

Selon les estimations actuelles, la quantité totale de verre pouvant être recyclée dans les déchets municipaux et commerciaux atteint près de 275 000 tonnes. Compte tenu des rendements obtenus jusqu'à maintenant par les programmes de collecte sélective, plus de 186 000 tonnes pourraient être récupérées chaque année. Le potentiel d'utilisation des recycleurs est estimé annuellement à quelque 100 000 tonnes de plus que l'approvisionnement actuel qui était de 50 000 tonnes en 1986.

Les contenants consignés

Contrairement à plusieurs autres pays, au Québec, tous les contenants de verre utilisés dans la distribution de la bière et des boissons gazeuses sont consignés. Les consommateurs de ces produits doivent donc verser une consigne variant entre 0,05 ¢ et 0,40 ¢ à l'achat de chaque unité. Cette consigne sert à assurer le retour et le conditionnement du contenant, et, lorsqu'il n'est pas retourné, elle amortit le coût de production d'un autre contenant du même type.

Actuellement, les bouteilles consignées représentent 77 p.100 des expéditions de boissons gazeuses et 96 p.100 des expéditions de bière. On doit noter la grande efficacité de ce système, puisque 95 à 98 p.100 des contenants consignés sont retournés par les consommateurs. De plus, chacun de ces contenants est réemployé de 20 à 30 fois avant d'être mis au rebut.

Depuis 1979, le gouvernement du Québec a conclu des ententes avec les producteurs de bière et de boissons gazeuses, afin de limiter la part du marché des contenants à remplissage unique, de freiner la prolifération des matériaux utilisés pour la production d'emballages et de favoriser la récupération et le recyclage de ces produits.

Dans le cadre de la dernière entente, conclue en 1984, les producteurs de contenants sont responsables de la mise en place d'un système devant assurer leur récupération. Depuis lors, tous les contenants à remplissage unique sont désormais consignés et un organisme mixte, le Fonds québécois de la récupération, qui regroupe des représentants de tous les intervenants concernés, a été formé pour assurer la gestion de la consigne et veiller au développement du système de récupération.

De façon générale, ce système s'avère efficace puisque, après seulement deux ans, 53 p. 100 de tous les contenants uniservices de boissons gazeuses et de bière sont maintenant récupérés et recyclés. Les taux varient toutefois selon le type de contenant.

Ainsi, les bouteilles de verre sont récupérées à 63 p. 100, 48 p.100 des canettes sont retournées par les consommateurs et 43 p.100 des contenants de plastique reviennent à leur point d'origine. Environ 35000 tonnes de matière par an évitent ainsi la mise au rebut grâce à ce système.

13.4 L'AIR EN MILIEU URBAIN

La pollution de l'air en milieu urbain est, sans contredit, l'une des caractéristiques de la diminution de la qualité de vie dans les zones urbaines. Elle se manifeste sous diverses formes, par la présence de particules en suspension, d'odeurs désagréables ou d'épaisses fumées, etc.

13.4.1 L'évolution de la qualité de l'atmosphère en milieu urbain

Au cours des onze dernières années, la qualité de l'atmosphère s'est, dans l'ensemble, améliorée dans la plupart des agglomérations québécoises.

Les matières particulaires

On a remarqué une diminution des concentrations moyennes annuelles des particules en suspension, ainsi qu'une réduction du nombre de dépassements de la norme sur 24 heures (figure 13.2 et tableau 13.15). À Montréal, par exemple, la moyenne annuelle était d'environ 90 ug/m³ en 1975, alors qu'elle s'est abaissée à environ 50 ug/m³ en 1985, ce qui représente une amélioration de près de 45 p. 100. Pendant ce temps, le pourcentage de dépassement de la norme sur 24 heures est passé de 17p. 100 en 1975 à 2 p. 100 en 1985.

La diminution des concentrations de particules en suspension dans l'atmosphère découle en grande partie des travaux de modernisation et d'assainissement effectués dans l'industrie, ainsi qu'à la fermeture de certains établissements industriels.

Le monoxyde de carbone

Une diminution des concentrations de monoxyde de carbone a aussi été observée au cours des dernières années. Cette amélioration s'explique par l'augmentation du nombre de véhicules automobiles munis de dispositifs antipollution conformes aux normes fédérales de 1975 pour les véhicules neufs. L'évolution des concentrations moyennes annuelles de ce contaminant pour deux postes d'échantillonnage de Montréal (postes Peel et Décarie) fortement influencés par la circulation, démontre nettement cette tendance

Entre 1975 et 1985, la concentration moyenne annuelle s'est abaissée de près de 60 p. 100 au poste Décarie (figure 13.3). La diminution est également apparente pour un poste comme celui situé au Jardin botanique, qui n'est pas influencé de façon immédiate par la circulation automobile. En 1985, les normes sur une heure et sur huit heures ont été respectées à tous les postes.

Le dioxyde de soufre

En 1985, la situation du dioxyde de soufre s'est améliorée pour la plupart des agglomérations où ce contaminant est mesuré, à l'exception de Rouyn-Noranda (figure 13.4). Les concentrations moyennes annuelles sur 24 heures et sur une heure sont, dans l'ensemble, en deçà des normes établies. La diminution de la teneur en soufre dans les huiles lourdes destinées à la combustion, le succès des programmes de conversion énergétique tant au niveau domestique qu'industriel, les modifications de procédés industriels et la fermeture de quelques industries sont autant de facteurs qui peuvent expliquer la réduction des concentrations annuelles de dioxyde de soufre. Mentionnons qu'à Rouyn, les postes d'échantillonnage sont intégrés à un système de contrôle intermittent des émissions, qui permet à l'industrie d'ajuster sa production de manière à limiter les épisodes de pollution à l'intérieur de l'agglomération urbaine.

L'ozone et les oxydes d'azote

Les mesures d'ozone et de dioxyde d'azote prélevées au cours des dernières années ne permettent pas d'identifier des changements sensibles. En 1985, on n'a enregistré aucun dépassement des normes sur une heure et sur 24 heures pour le dioxyde d'azote. Pour leur part, les concentrations d'ozone les plus élevées se rencontrent habituellement entre les mois de mai et septembre, ce que confirment les pourcentages de dépassements de la norme sur une heure observés en 1985 (tableau 13.16).

FIGURE 13.2
Particules en suspension: évolution des moyennes annuelles et des pourcentages de dépassements de la norme sur 24 heures pour l'ensemble des postes de certaines agglomérations urbaines (1975-1985).

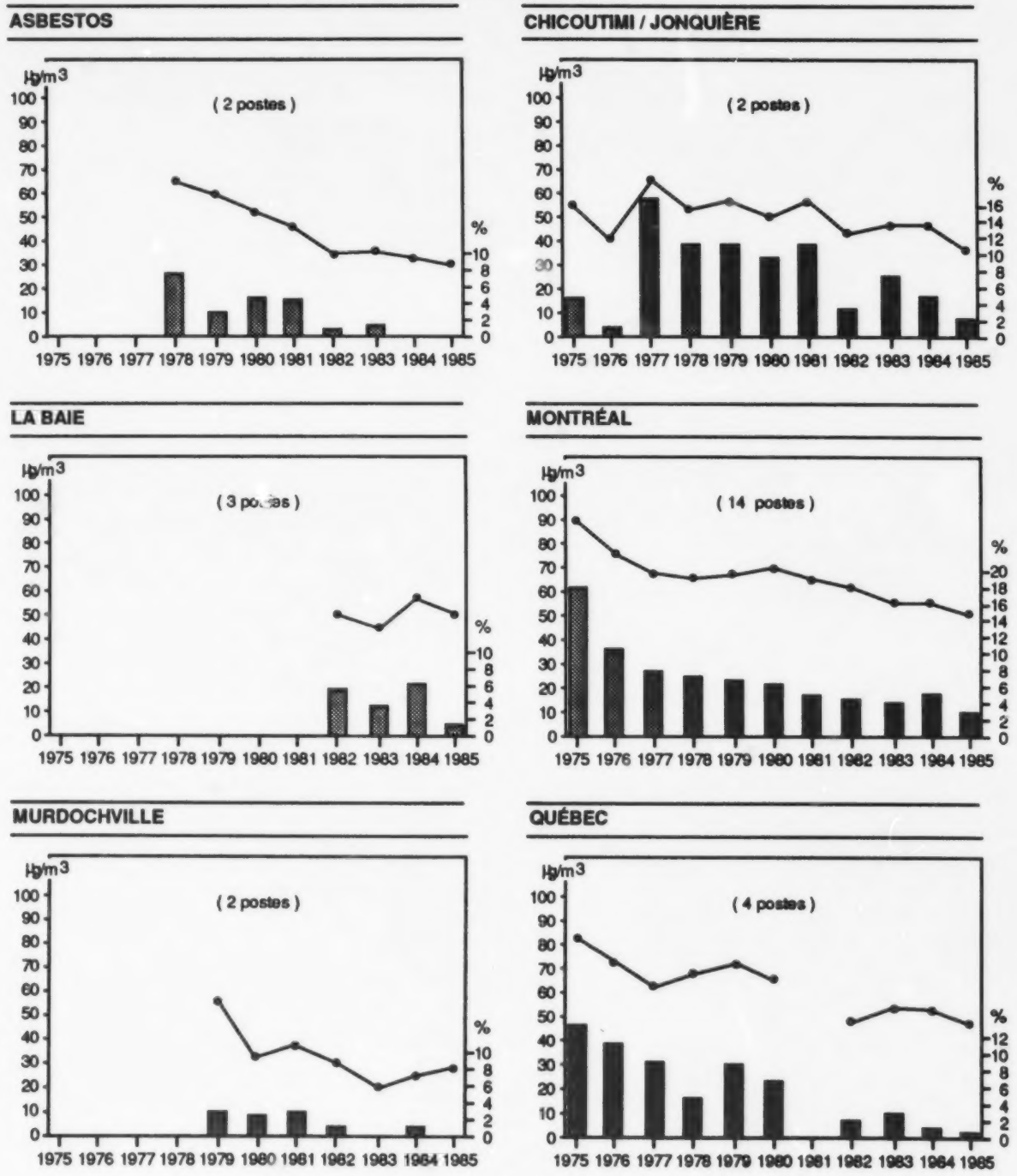


FIGURE 13.2

Particules en suspension: évolution des moyennes annuelles et des pourcentages de dépassements de la norme sur 24 heures pour l'ensemble des postes de certaines agglomérations urbaines (1975-1985).

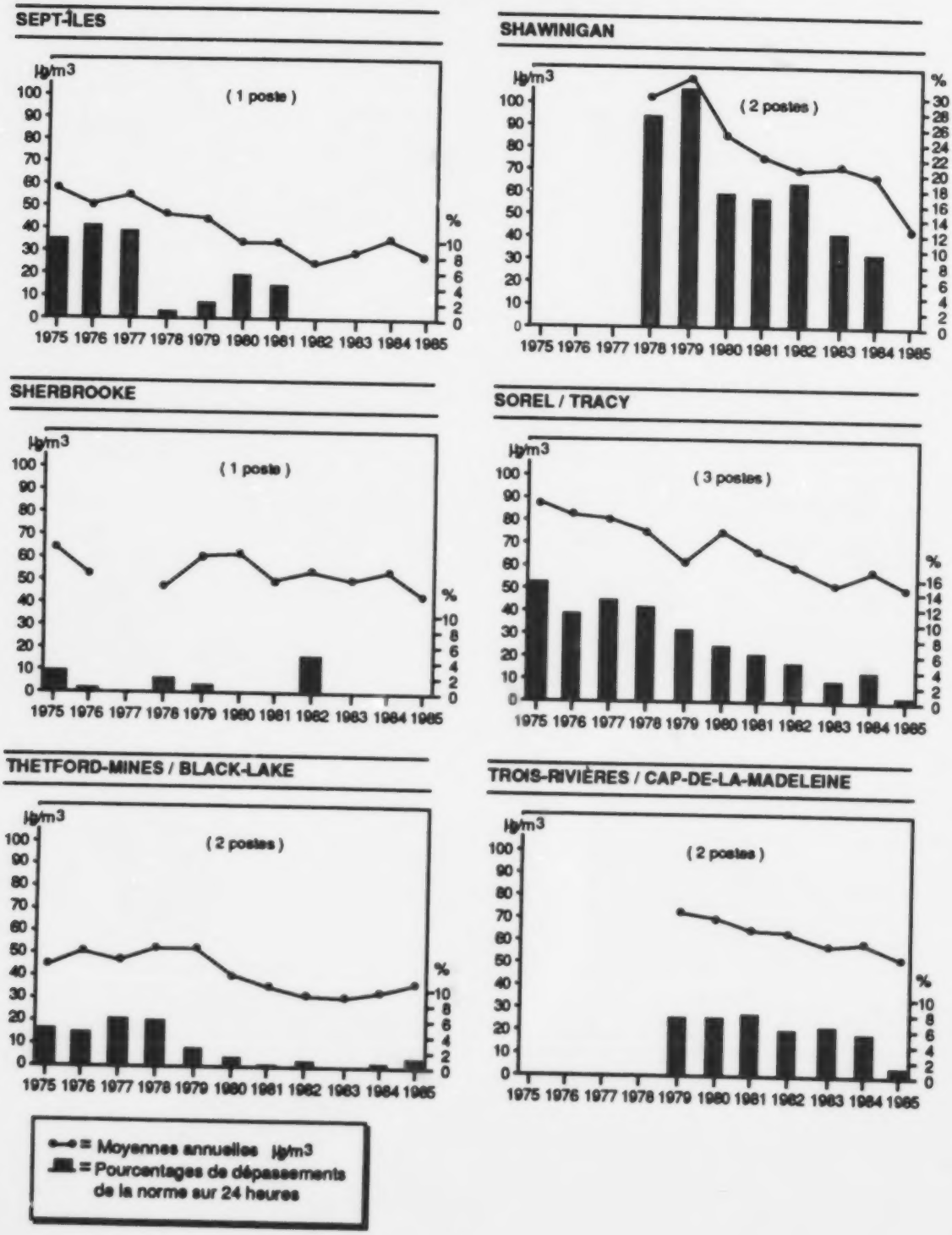
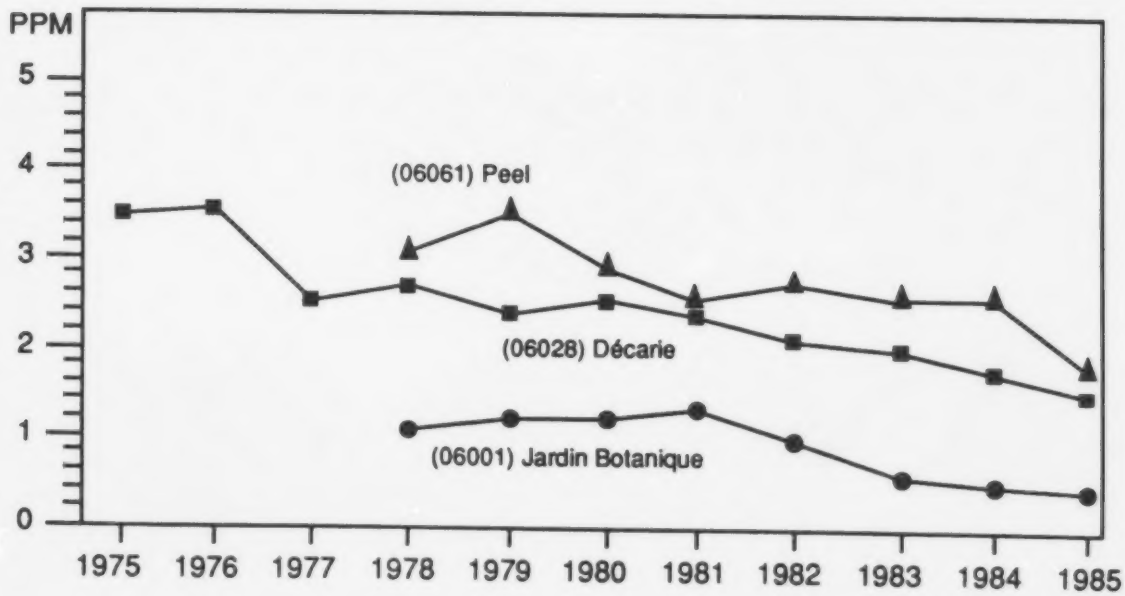


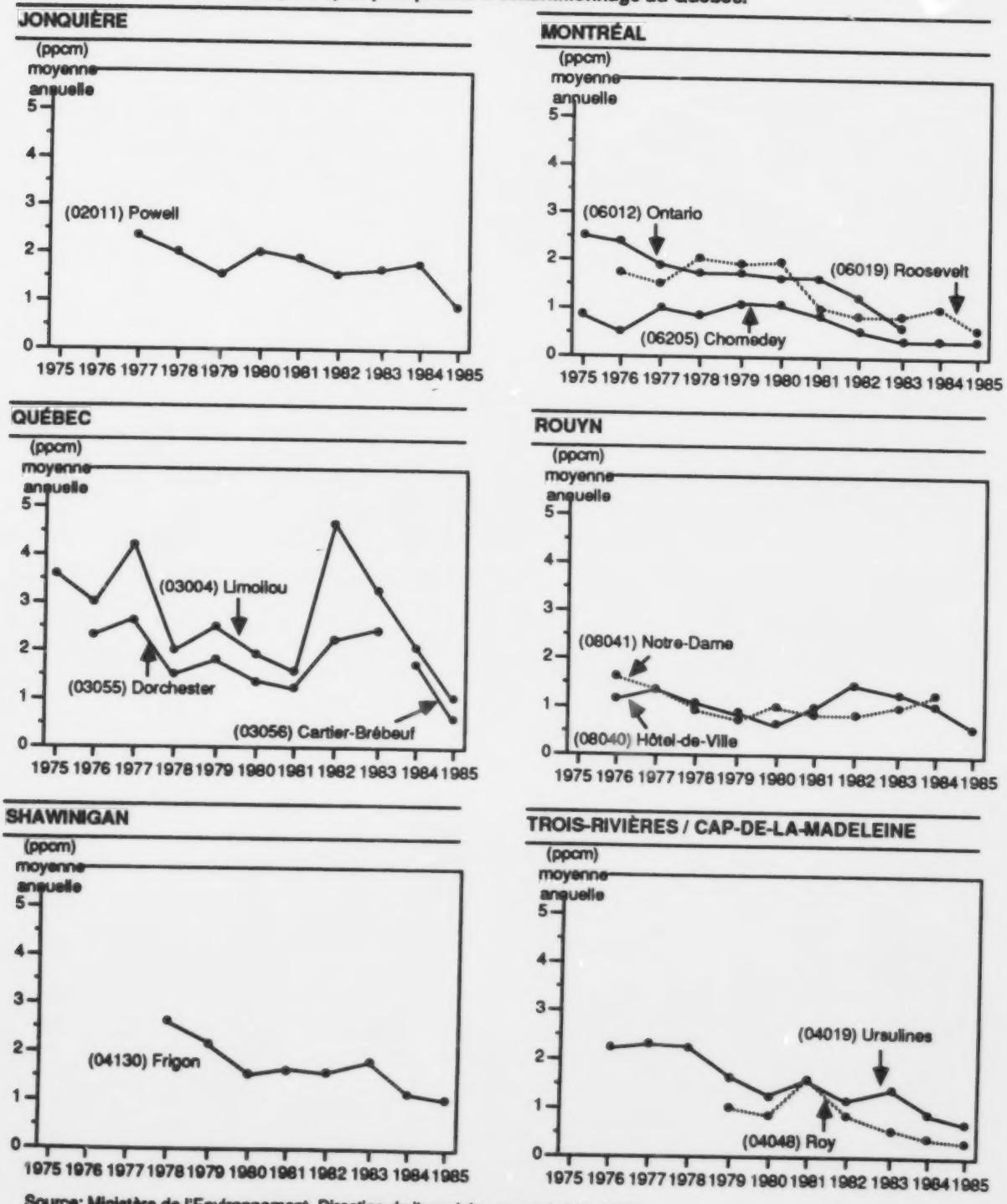
FIGURE 13. 3

Monoxyde de carbone: évolution des concentrations moyennes annuelles entre 1975 et 1985 pour quelques postes de la région de Montréal.



Source: Ministère de l'Environnement, Direction de l'assainissement de l'air, 1987

FIGURE 13.4
Dioxyde de soufre: évolution des concentrations moyennes annuelles entre1975 et 1985 pour quelques postes d'échantillonnage au Québec.



Source: Ministère de l'Environnement, Direction de l'assainissement de l'air, 1987.

TABLEAU 13.15
Sommaire des mesures de particules en suspension pour diverses agglomérations urbaines en 1985

Agglomération urbaine	Nombre de postes d'échantillonnage	Moyenne annuelle pour l'agglomération (1)	Moyenne annuelle 70 ug/m 3 (2)	Norme sur 24 heures 150 ug/m 3	Maximum quotidien observé
Murdochville	2	27 µg/m 3	Respecté à tous les postes	Aucun des 104 échantillons n'a excédé la norme sur 24 heures	108 µg/m 3
Chicoutimi-Jonquière	3	41 µg/m 3	Respecté à tous les postes	3/139 (3) Un dépassement dans poste du secteur Arvida. Deux dépassements au poste 02020 à Chicoutimi	257 µg/m 3
La Baie	3	51 µg/m 3	Excédée à un poste situé près du port	5/160 Tous les dépassements ont été observés au poste 660	212 µg/m 3
Québec	9	47 µg/m 3	Excédée à un poste situé au centre de la ville boul. Charest	3/496 Deux dépassements ont été enregistrés au poste 03018 situé au centre de la ville, boulevard Charest	260 µg/m 3
Tetford-Mines-Black-Lake	3	38 µg/m 3	Respectée à tous les postes	2/170 Tous les dépassements ont été observés au poste 03122, rue de la Fabrique	321 µg/m 3
Bécancour	2	28 µg/m 3	Respectée à tous les postes	Aucun des 110 échantillons n'a dépassé la norme	110 µg/m 3
Trois-Rivières-Cap-de-la-Madeleine	2	52 µg/m 3	Respectée à tous les postes	2/110 Les dépassements ont été enregistrés à Cap-de-la-Madeleine	154 µg/m 3
Shawinigan	2	43 µg/m 3	Respectée à tous les postes	Aucun des 114 échantillons prélevés n'a dépassé la norme	112 µg/m 3
Asbestos	2	27 µg/m 3	Respectée à tous les postes	Aucun dépassement	100 µg/m 3
Sherbrooke	1	42 µg/m 3	Respectée	Aucun dépassement	107 µg/m 3
Montréal	24	47 µg/m 3	Excédée à trois postes situés près de l'autoroute Décarie, poste 06044 quartier St-Michel, poste 06006 à Anjou	27/1364 La majorité des dépassements ont été enregistrés aux postes 06044 et 0628	347 µg/m 3
Sorel-Tracy	3	49 µg/m 3	Respectée à tous les postes	2/167 Les dépassements ont été observés au poste 06673 rue Saint-Pierre et au poste 06671, rue Georges	182 µg/m 3
Rouyn	1	36 µg/m 3	Respectée	1/51 Au poste 08040, rue Tachereau	166 µg/m 3
Baie-Comeau	1	22 µg/m 3	Respectée	Aucun dépassement	79 µg/m 3
Sept-Îles	1	29 µg/m 3	Respectée	Aucun dépassement	84 µg/m 3

(1) Moyenne arithmétique des concentrations moyennes annuelles de tous les postes d'échantillonnage localisés dans un milieu.
(2) Les moyennes annuelles sont des moyennes géométriques.
(3) Le chiffre au numérateur indique le nombre de dépassements de la norme sur 24 heures, celui au dénominateur indique le nombre d'échantillons prélevés.

TABLEAU 13.16
OZONE
(pourcentages de dépassements de la norme sur une heure en 1985)

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Pointe-aux-Trembles					2,8	0,5			0,1			
Montréal-Nord						0,1		0,1				
Dorval			0,2	1,0	2,8	3,9						
Dollard-des-Ormeaux			0,1		0,1	0,5	0,1	0,8	3,5			
Verdun		0,1						0,3				
Pont-Viau						0,4						
Chomedy									3,8			
Longueuil						0,8	0,7	0,5	1,3			
Sainte-Foy (maison Gomin)					0,1		1,2		2,4			
Québec (Parc Cartier Brébeuf)							4,8					

Source: Ministère de l'Environnement, Direction de l'assainissement de l'air, 1987

13.5 LE BRUIT COMMUNAUTAIRE

Le bruit est, sans contredit, une caractéristique associée à l'activité urbaine. De façon générale, le bruit s'intensifie avec l'augmentation de la circulation routière, des activités industrielles, ferroviaires ou aériennes ainsi qu'avec l'intensification de l'urbanisation.

Ainsi, dans une société industrielle, les sources mobiles de bruit (transports) contribuent à 80 p. 100 de l'énergie acoustique produite dans l'environnement. L'infrastructure routière et les corridors aériens créent des zones de forte pollution sonore. Les corridors aériens à usage militaire créent, eux aussi, des problèmes particulièrement sérieux.

Les activités fixes industrielles et commerciales sont d'autres sources importantes d'émissions. Puisqu'il s'agit généralement de la manoeuvre d'équipement de manutention ou de véhicules lourds, on peut dire que tous les types d'activités industrielles ou commerciales sont susceptibles de créer des problèmes de bruit communautaire.

Enfin, même le calme des campagnes est graduellement érodé par l'usage, de plus en plus étendu, des séchoirs à foin, dont le bruit peut avoir une portée de plusieurs kilomètres.

La circulation routière

Aucun milieu urbain n'échappe au bruit des transports, le plus généralisé étant celui de la circulation routière. Le niveau de bruit varie selon le volume de circulation et sa composition (pourcentage des camions lourds), la vitesse de déplacement, le nombre d'arrêts et de départs, l'état de la chaussée, l'état des véhicules, etc.

En milieu résidentiel, selon la Société canadienne d'hypothèques et de logements, le climat sonore en rapport avec le logement ne devrait pas dépasser 55 dB à l'extérieur et 35 dB dans une chambre à coucher (fenêtres fermées et normes de construction résidentielles respectées). Dans plusieurs pays, la valeur de 65 dB(A) est considérée comme la limite supérieure de la tolérance ou de l'acceptabilité, et cette limite sert de base à des interventions sur le milieu (réglementation, mitigation, indemnisation). À titre indicatif, le niveau sonore à proximité de l'autoroute Décarie à Montréal est de l'ordre de 72 dB(A).

Selon une évaluation faite par le ministère des Transports du Québec en 1984, sur un total de 763 km d'autoroutes et de boulevards à quatre voies, environ 150 km longent des zones résidentielles, où le climat sonore est supérieur à 65 dB (A) à l'extérieur; l'évaluation du climat sonore est uniquement basée sur le volume de circulation, sans distinction du type de véhicules.

13.6 LES MILIEUX BOISÉS URBAINS

En milieu urbain, la ressource arbre est un élément important. La présence d'arbres et d'espaces boisés améliore la qualité de l'environnement urbain en fournissant des espaces récréatifs, en améliorant l'esthétique des propriétés, en agissant comme écran solaire, brise-vent ou comme écran sonore entre les voies routières et les zones habitées.

Toutefois, les espaces boisés subissent des pressions constantes de l'urbanisation. Selon un rapport publié par le Service de la planification du territoire de la Communauté urbaine de Montréal, la quantité d'espaces boisés a sensiblement diminué sur le territoire de la Communauté urbaine de Montréal. Entre 1975 et 1981, parmi 23 municipalités ayant des espaces boisés, cinq ont présenté une augmentation, deux ont conservé la même superficie et les autres ont toutes accusé une diminution de la superficie boisée. En 1981, il y avait un total de 2167 ha d'espaces boisés, soit 4,4 p. 100 du territoire de la Communauté urbaine de Montréal et une perte de 326 ha par rapport à 1975. Sur ce total, seulement 750 ha (35 p. 100) étaient protégés: soit comme parcs locaux, régionaux, terrains de golf et arboretum privé; la superficie restante était sans protection.

Les standards internationaux suggérés par la National Recreation and Parks Association sont de 2 ha/1000 habitants, tant en parcs locaux qu'en parcs métropolitains. En appliquant cette norme à la région de Montréal, on s'aperçoit que la région est au-dessous des normes internationales (tableau 13.17).

Pour le territoire de la Communauté urbaine de Montréal, on observe un déficit important en parcs locaux (0,66). D'autre part, le déficit en parcs métropolitains est concentré sur le territoire de la CUM et de la MRC de Laval.

Dans la problématique sur les espaces verts au Québec, publiée en 1979, le Conseil consultatif de l'environnement mentionnait l'existence de 700 ha d'espaces boisés à Longueuil; une grande partie de ce territoire est protégée et incluse dans la base de plein air de Longueuil, ce qui a permis d'améliorer la situation dans la MRC de Champlain.

Sur le territoire de la MRC de Laval, moins de 10 p. 100 du territoire est encore boisé. Toutefois, près de 50 p. 100 du territoire est zoné agricole. Le schéma d'aménagement a permis d'identifier les espaces boisés présentant un intérêt écologique. Ces espaces sont situés principalement en terrain privé, et la MRC envisage d'acquérir certains de ces terrains afin de leur assurer une protection.

TABLEAU 13.17
Surface en parcs locaux et métropolitains en hectares par mille habitants*

	Local	Métropolitain
Communauté urbaine de Montréal	0,66	1,10
MRC de Laval	1,46	0,12
MRC de Champlain	0,78	2,26
Région de Montréal	0,77	1,13

Source: Gouvernement du Québec, 1983, Projet de politique des parcs en milieu urbain pour la région de Montréal

* Il est à noter que 2 ha/1000 habitants est la norme recommandée par le National Recreation and Parks Association

La foresterie urbaine

La foresterie urbaine se définit comme la gestion des arbres et des espaces boisés en milieu urbain. Ce concept de gestion de la ressource arbre est relativement nouveau au Québec, et c'est ce qui explique que peu de municipalités sont engagées en foresterie urbaine.

Toutes les municipalités du Québec ont le pouvoir de gérer la ressource arbre sur leur territoire. Toutefois, elles font face à de nombreux problèmes:

- le manque de connaissances de l'arbre et de ses exigences;
- le manque de connaissances sur l'état de cette ressource et sur les priorités d'aménagement;
- le faible taux de survie des arbres plantés (mauvaises sélection, plantation et entretien);
- l'entretien peu efficace des arbres (plaintes nombreuses de la population);
- les conditions déficientes de santé des arbres de rues, de parcs et des espaces boisés;
- la difficulté de bien protéger les arbres et les espaces boisés existants (surtout lors de constructions);
- le faible budget alloué aux activités reliées à la ressource arbre;
- le manque de connaissance et de formation des employés et des services municipaux s'occupant des arbres (en gestion, planification et entretien);
- les dommages causés aux arbres lors d'aménagements publics (travaux d'ingénierie, de voirie, de développement...);
- une réglementation inadéquate.

Des initiatives et des réalisations intéressantes au sein de certaines municipalités méritent d'être soulignées. À titre d'exemple, la ville de Québec a adopté un programme de foresterie urbaine afin de permettre une meilleure gestion de la ressource arbre. À cette fin, elle s'est dotée de différents moyens, dont une réglementation sur les arbres, un système d'inventaire informatisé, des programmes d'entretien, de plantation, de contrôle de la maladie hollandaise de l'orme et l'engagement de personnel qualifié.

Au sein de la CUQ, mise à part la ville de Québec, certaines municipalités ont un inventaire plus sommaire ou partiel. Ainsi, la petite municipalité de Lac-Saint-Charles a maintenant un inventaire des arbres et un programme de foresterie urbaine, grâce à l'initiative d'un groupe de citoyens. Dans son schéma d'aménagement, la CUQ a identifié des sites d'intérêt écologique et a édicté des normes très sévères quant à la conservation et à l'abattage d'arbres en milieu urbain, riverain ou forestier.

En 1984, six municipalités de la CUM avaient un inventaire systématique des arbres et assuraient un suivi par des programmes de plantation et d'entretien. Quant à elle, la ville de Montréal a un programme de plantation d'arbres et de revitalisation de quartiers de grande envergure. La ville a sa propre pépinière et engage des employés spécialisés en foresterie urbaine et en arboriculture et l'inventaire des arbres sera informatisé.

Pour sa part, la CUM a acquis des terrains et créé sept parcs régionaux afin de protéger et mettre en valeur des espaces boisés à grande valeur écologique et récréative. Des plans d'aménagement sont prévus pour chacun de ces sites.

La ville de Longueuil a réalisé un inventaire informatisé de ses arbres en 1986. Cette municipalité a aussi une réglementation d'urbanisme très élaborée sur les arbres.

La ville de Laval a aussi mis sur pied un système d'inventaire informatisé des arbres en 1986. Le ministère de l'Environnement du Québec avait réalisé un inventaire des espaces boisés résiduels de cette municipalité en 1981.

Au sein de la Communauté régionale de l'Outaouais, peu de municipalités ont un inventaire des arbres et un programme de gestion. La ville de Hull a un inventaire sommaire et des activités de plantation et d'entretien des arbres. L'aménagement des parcs représente aussi un secteur d'activité d'importance. La Commission de la capitale nationale y gère un parc linéaire.

BIBLIOGRAPHIE

CENTRE DE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL, 1987. Évolution dans le temps et dans l'espace de la qualité de la neige usée et de l'eau de ruissellement de pluie du territoire de la ville de Montréal

COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL, 1982. Les boisés urbains: 1975-1981, Service de la planification du territoire, Communauté urbaine de Montréal, 5 p.

CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT, 1979a. Problématique sur les espaces verts naturels au Québec, Gouvernement du Québec, 112p.

CONVENTION DE LA BAIE-JAMES ET DU NORD QUÉBÉCOIS. Convention entre le gouvernement du Québec, la Société de développement de la Baie-James, la Commission hydro-électrique du Québec et le Grand Conseil des Cris du Québec, l'Association des Inuit du Québec et le gouvernement du Canada, Québec, Editeur officiel du Québec, 1976, 296 p.

DESBIENS, E., 1986. La foresterie urbaine dans la région de Montréal: les contraintes et les mesures incitatives reliées à la gestion des arbres et des espaces boisés dans les municipalités, Direction du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec, ENV-47, [Collection "Les Guides Verts"], 29 p.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1983. Projet de politique des parcs en milieu urbain pour la région de Montréal, Rapport principal du Comité interministériel, 180 p. + 9 annexes.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, Le Nord du Québec, profil régional, Direction générale des publications gouvernementales, ministère des Communications, 1983, 184 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1985. Pour une politique sur le bruit de la circulation routière, volume I, Rapport et recommandations, 61 p.

ROCHE LTÉE, 1985. Étude de la quantité et de la composition des déchets municipaux québécois et développement d'un modèle prévisionnel, 97 p.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE-JAMES, Connaissance du milieu des territoires de la Baie-James et du Nouveau-Québec, SEBJ, Service de l'environnement, 1978,297 p.

VILLE DE QUÉBEC, 1981, La forêt urbaine: Cahier I, Québec, 93 p. + annexes.

VILLE DE QUÉBEC, 1984. La forêt urbaine: Cahier II: Mise en oeuvre, Québec, 13 p.

VILLE DE QUÉBEC, 1984. La forêt urbaine: Cahier III: Plan quinquennal, Québec, 37 p.

CHAPITRE 14

L'ENVIRONNEMENT ET L'ÉCONOMIE

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	389
14.1	Les dommages causés à l'environnement	390
	14.1.1 Quelques évaluations de dommages	390
	14.1.2 L'estimation des dommages annuels	392
	14.1.3 Un peu de prospective	393
14.2	Les dépenses liées à la protection de l'environnement	394
	14.2.1 Les administrations publiques	394
	14.2.2 Les entreprises	395
	14.2.3 Le total des dépenses en faveur de l'environnement	396
14.3	Les coûts annuels supportés par la société	396
14.4	Vers une comptabilité économique écologique	396
	BIBLIOGRAPHIE	400

LISTE DES TABLEAUX

14.1 Catégories de dommages

14.2 Méthodes d'estimation des divers types de pertes d'aménité

14.3 Quelques estimations des coûts annuels des dommages à l'environnement au Québec

14.4 Dommages causés par les pollutions et les nuisances

14.5 Résumé de l'évolution des dépenses fédérales en environnement

14.6 Budget du ministère de l'Environnement par secteur

14.7 Effets possibles de l'amélioration de la qualité de l'environnement

INTRODUCTION

"Environnement et développement ne sont pas deux défis distincts; ils sont liés, pour le meilleur et pour le pire. Le développement ne peut aller de l'avant si la base de ressources ne fait que se détériorer; l'environnement ne peut être protégé si la croissance ne tient pas compte du coût de la destruction de l'environnement. Ces problèmes ne peuvent être traités séparément dans le cadre d'institutions et politiques fragmentaires. Ils sont imbriqués dans un système complexe de causes et d'effets."

Cette citation tirée du rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement montre que la relation entre l'économie et l'environnement est de plus en plus manifeste dans le contexte actuel, même si l'on a déjà été porté à donner la priorité à la première et à négliger l'environnement. Elle montre aussi qu'il y a complémentarité entre les deux dimensions.

Il faut bien distinguer ici entre croissance économique et développement économique. Le développement économique est un concept beaucoup plus vaste que celui de croissance économique: la croissance économique peut se mesurer par une progression du produit national brut, alors que le développement économique recouvre l'ensemble des transformations structurelles, économiques, sociales, etc., qui amènent une meilleure organisation du processus de la production.

La relation entre environnement et développement est une relation à long terme. À court terme, une mauvaise utilisation des ressources peut paraître sans conséquences. Mais il n'y a pas de développement économique durable sans protection des ressources et de l'environnement. De plus, les dépenses nécessaires à la protection de l'environnement dépendent du développement économique et sont une de ses composantes.

Il sera question dans les pages qui suivent de deux aspects complémentaires du lien économie et environnement: d'abord, l'ensemble des dommages dus à la pollution, puis la répartition des dépenses de dépollution.

14.1 LES DOMMAGES CAUSÉS À L'ENVIRONNEMENT

Une quantification directe des effets physiques ou même psychiques de la pollution est à la base de toute évaluation des dommages causés à l'environnement. Il faut ensuite procéder à une évaluation monétaire des dommages, c'est-à-dire calculer les coûts que ces dommages entraînent pour la collectivité.

L'évaluation monétaire doit permettre de comparer plusieurs projets et de choisir celui qui respecte le mieux l'environnement. De plus, elle doit déterminer jusqu'où il convient d'aller dans la lutte contre la pollution, en deçà des seuils critiques pour la santé et les écosystèmes, seuils critiques dont la connaissance est bien imparfaite, notamment en raison des effets à long terme. Dans beaucoup de cas, la dépollution absolue, bien que souhaitable, n'est pas toujours réalisable. Son coût doit être comparé à celui des dommages causés par la pollution. Par exemple, si on interdit toute utilisation de véhicule automobile, on ne pourra se servir d'une ambulance pour transporter une personne blessée à l'hôpital. Dans cet exemple, il faut se résigner, dans les conditions technologiques actuelles, à polluer un peu l'air pour sauver une vie humaine, la protection de l'environnement ayant comme objectif majeur la protection de la vie humaine et, pour cela, la protection des écosystèmes, support de la vie humaine.

Le dommage monétaire peut être défini comme la somme d'argent nécessaire pour compenser ceux qui ont subi un préjudice. Pour l'estimer, il convient de distinguer deux catégories de dommages: les pertes financières et les pertes d'aménité ou d'agrément.

Les pertes financières peuvent être directes, dans les cas de dommages causés à des matériaux exposés à la pollution ou d'une détérioration des récoltes ou des forêts. Les pertes financières indirectes comportent, notamment, les pertes de rendement au travail (absence due à la maladie) ou même les pertes économiques dues à une mortalité prématurée. Les pertes d'aménité, parfois appelées pertes "intangibles" ou encore "coûts psychologiques", recouvrent l'ensemble des pertes autres que financières: souffrance, désagréments esthétiques, gêne acoustique, diminution des possibilités de loisirs (chasse, pêche), etc.

Le tableau 14.1 présente les différentes catégories de dommages retenues par l'OCDE. Apprécier en termes monétaires des éléments subjectifs et aussi peu tangibles est sans doute une entreprise difficile, mais utile, ne serait-ce qu'à titre indicatif. Des experts ont essayé d'évaluer la gêne due au bruit autour des aéroports par la baisse de valeur des propriétés voisines et à partir des dépenses nécessaires à l'isolation acoustique des logements. Quant à la pollution de l'eau, il est possible d'en estimer les effets sur le plan récréatif en reliant la perte d'aménité à la diminution de la demande pour une ressource ou une activité spécifique, par exemple, l'évolution du nombre d'utilisateurs d'un plan d'eau selon son degré de pollution. Mais il est bien évident que de telles estimations ne peuvent pas, dans l'état actuel des connaissances, tenir compte des effets à long terme ou de l'irréversibilité de certaines tendances.

Le tableau 14.2 rassemble des informations sur les principales méthodes d'estimation des divers types de pertes d'aménité.

14.1.1 Quelques évaluations de dommages

Il existe très peu de données économiques concernant les dommages causés par la pollution au Québec. De plus, lorsqu'elles existent, il s'agit surtout d'estimations partielles et se rapportant au début des années 1980. Le tableau 14.3 permet d'associer une valeur monétaire à quelques-uns des effets de la pollution déjà identifiés.

En ce qui concerne les pertes dans le secteur de la pêche récréative, il faut interpréter les données avec prudence. Pour des lacs où il n'y avait pas de pêche sportive, il n'y a pas d'estimations de la perte économique due aux précipitations acides, même si l'on sait que les populations de poissons ont diminué. Il en est de même pour plusieurs catégories de dommages non marchands.

Tableau 14.1
Catégories de dommages

	Santé	Faune	Flore	Ressources naturelles	Matériaux	Climat et température
Pertes financières	Perte de capacité de production. Coût des soins médicaux y compris les coûts de recherche pour éviter la pollution. Coûts de la mortalité	Perte de production animale et piscicole.	Réduction des rendements agricoles. Réduction de la croissance des forêts, sensibilité accrue aux insectes et aux maladies.	Perte de production due à l'eau et au sol pollués.	Réduction de la durée de vie des matériaux. Réduction de l'utilité d'un matériau, coût de production d'un matériau, coût supplémentaire d'un substitut.	Réduction des rendements agricoles à la suite de la diminution des précipitations.
Pertes d'aménité	Aversion pour le risque. Coût des souffrances. Coût des contraintes imposées à l'individu, à sa famille, à son entourage.	Aversion pour le risque. Réduction du plaisir pris à pêcher et à chasser. Réduction de la population d'animaux sauvages, disparition d'une espèce.	Aversion pour le risque. Réduction du plaisir pris à la suite de pertes horticoles et forestières.	Aversion pour le risque. Pertes d'avantages de loisir.	Aversion pour le risque. Résistance des matériaux souillés ou endommagés. Dommages aux monuments et objets ayant une valeur esthétique.	Aversion pour le risque. Réduction de loisirs à la suite de la réduction de l'ensoleillement ou de l'accroissement des précipitations. Perte de plaisir à la suite de la réduction de la visibilité.

Source: OCDE, La mesure économique des dommages dans le domaine de l'environnement, Paris, 1974, p. 55
Ce tableau a été légèrement adapté par nous. Les éléments soulignés sont ceux pour lesquels nous avons des estimations chiffrées, bien que partielles pour le Québec.

Tableau 14.2
Méthodes d'estimation des divers types de pertes d'aménité

Catégorie de dommage	Perte d'aménité	Méthode suggérée	Commentaires
Santé humaine	Coût de souffrance. Coût d'endeuillement. Coût des gênes imposés à un individu, à sa famille et à son cercle de relations.	Résultats de dédommagements après procès.	Peuvent mener à des surestimations s'ils sont étendus à toute la population affectée.
		Au cas où, comme pour le bruit, un individu peut au moins partiellement s'isoler de la gêne, utiliser les coûts des mesures de protection contre la nuisance.	Suppose un comportement rationnel.
	Coût de gêne.	Approche par gestionnaires modifiés utilisant les compromis (Hoinville & Prescott Clark).	Méthode nécessitant des études complémentaires. Demande beaucoup de ressources et beaucoup de soin au cours de son exécution.
Faune	Diminution du plaisir de pêcher, de chasser ou de contempler la vie des animaux sauvages.	Méthode Clawson-Knetsch modifiée (utilisant des changements constatés dans les taux de visites ou de participation à des activités). Utilisation du coût de constitution ou d'entretien d'autres réserves et ressources. Analyse de sensibilité.	Nécessité d'être précisée, affinée; jusqu'ici beaucoup d'inconvénients, ne tient pas compte des générations futures. Suppose que les coûts de constitution ne sont pas plus élevés que les bénéfices. Substituts imparfaits.
Flore	Réduction du plaisir retiré de l'horticulture, pertes forestières.	Mêmes que pour la faune.	
Ressources naturelles	Diminution des possibilités de loisir.	Méthode Clawson-Knetsch modifiée. Dans quelque cas, coûts de construction de substituts. Analyse de sensibilité	De tels substituts sont très imparfaits.
Matériaux	Fait d'avoir à supporter des matériaux sales ou endommagés. Dommage à certains monuments et objets de grande valeur esthétique.	Coût de nettoyage, de réparation, de remplacement ou de protection. Utilisation des valeurs d'assurance. Coût de restauration.	Peut conduire à des surestimations. Peuvent ne pas exister. Des objets restaurés peuvent ne pas avoir la même valeur.

Source: OCDE, La mesure économique des dommages dans le domaine de l'environnement, Op cit, p. 125

Tableau 14.3
Quelques estimations des coûts annuels des dommages à l'environnement au Québec

Catégories de dommages	Millions de dollars
1. La dégradation des sols	114
2. Les pertes économiques dues aux précipitations acides sur les forêts	107
3. Les pertes économiques dues aux précipitations acides sur la pêche récréative	4
Total partiel:	225

Source: Conseil des sciences du Canada, 1986, Crocker et al, 1986 et Minns et al, 1986

Dans le cas des précipitations acides, on peut aussi mentionner qu'en 1985, une enquête de l'UPA auprès de 8000 acériculteurs révélait deux millions d'entailles perdues, soit le double des pertes enregistrées trois ans auparavant. Selon l'UPA, la facture s'élève à près de 100 millions de dollars.

Les catastrophes écologiques

Si le Québec n'a pas connu de grandes catastrophes écologiques, certains problèmes locaux ont entraîné des risques pour la santé des gens, des dommages à l'environnement et des dépenses élevées de décontamination. Qu'il suffise de mentionner le cas de Mercier, où il a fallu débourser près de dix millions de dollars pour réparer les dégâts, celui de la nappe d'huile de Rivière-des-Prairies, dont les coûts de nettoyage peuvent s'élever à plus d'un million de dollars, et l'ancien dépotoir municipal de LaSalle, où les coûts de restauration se sont élevés à plus de huit millions. De même, il pourrait coûter environ 100 millions de dollars pour restaurer les parcs à résidus miniers du Québec.

En général, ce type de dommage est très difficile à évaluer, surtout si des vies humaines sont en cause. Par exemple, à la suite de la catastrophe de Bhopal, qui a coûté la vie à 2600 personnes, en plus d'en blesser environ 40 000, l'Inde a demandé trois milliards de dollars en dédommagement alors que la compagnie Union Carbide offrait 350 millions de dollars. Selon les informations disponibles en janvier 1988, la compagnie américaine Union Carbide irait en appel du jugement de décembre 1987 lui ordonnant de payer 270 millions de dollars en dédommagement.

Les catastrophes écologiques importantes peuvent entraîner des dommages à l'extérieur du pays où se produit l'événement. Ainsi, en 1986, le Parlement européen a réclamé des dommages-intérêts à l'URSS, au nom des agriculteurs de la CEE, victimes indirectes de la catastrophe de Tchernobyl.

Avant ces deux catastrophes, plusieurs accidents industriels avaient causé des dégâts importants: SEVESO (Italie, 1976), problème de dioxine, 730 personnes évacuées, 5000 personnes exposées et 600 millions de francs de dommages à l'usine. Three Miles Island (États-Unis, 1979), accident nucléaire, 200 000 personnes évacuées et des dommages de 1,5 milliard de dollars pour le nettoyage et le remplacement des installations.

14.1.2 L'estimation des dommages annuels

Les exemples de dommages à l'environnement présentés au tableau 14.3 et totalisant 225 millions de dollars ne comprennent qu'une petite fraction des dommages annuels totaux au Québec. Nous n'avons pas d'estimation globale, mais certains pays ont évalué ces coûts. Aux États-Unis, on a évalué à 26,5 milliards de dollars (en dollars de 1978) les bénéfices annuels du contrôle de la pollution de l'air et de l'eau. Une évaluation très rapide, permettant de faire un rapprochement avec le Québec, situerait ces bénéfices à environ 1,7 milliard de dollars pour le Québec en 1985.

De même, en prenant des coûts per capita déjà calculés en Ontario et en faisant des ajustements pour l'inflation, nous obtenons une estimation des dommages à l'environnement de l'ordre de 1,7 milliard de dollars pour 1985 au Québec.

Une autre méthode pour obtenir un ordre de grandeur des dommages est de se baser sur les ratios de pays qui ont évalué les dommages par rapport au Produit intérieur brut (P.I.B.) de leur pays. En France, on a estimé qu'en 1978 les dommages causés par les pollutions et les nuisances se situaient entre 3,3 p. 100 et 4,1 p. 100 du P.I.B. français. Le tableau 14.4 présente le détail des estimations calculées en francs de 1978.

Ainsi, en prenant comme hypothèse 3,3 p. 100 du P.I.B., on peut estimer les dommages annuels causés par la pollution au Québec à environ 3,5 milliards (soit P.I.B. 1985: 105 milliards X 3,3 p. 100 = 3,5 milliards de dollars).

Conscients des différences entre la situation à l'étranger et celle du Québec, nous présentons quand même ici, à titre indicatif, des résultats basés sur les estimations précédentes: la valeur des dommages causés par la pollution au Québec se situe probablement entre 1,7 et 3,5 milliards de dollars par an.

14.1.3 Un peu de prospective

Même si nous pouvions quantifier l'ensemble des dommages annuels causés à l'environnement, l'évaluation ne serait pas complète sans la prise en compte des effets irréversibles à long terme ainsi que des transferts des coûts de la pollution d'une génération à l'autre.

Tableau 14.4
Dommages causés par les pollutions et les nuisances
(estimations en milliards de francs 1978, population exposée:53 millions d'habitants)
(en France)

Groupe de polluants	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Pourcentage du dommage total
Bruit	17,5	22	25
Air	16	20	23
Eau dont:	13	16	18
Pollution classique	7	8	9
Pollution toxique	4	5	6
Pollution par hydrocarbures (eaux continentales, mer)	2	3	3
Pollution thermique et radiations ionisantes (eau de mer)	5,5	7	8
Nitrates, phosphates, pesticides (eau et sol)	11	13,5	15
Déchets solides	7,5	9,5	11
Total	70,5	88	100
En pourcentage du PIB	3,3	4,1	

Source: Ambroise - Rendu, Marc, 1982.

Pour bénéficier d'un développement économique durable, il faut s'assurer de ne pas épuiser les ressources et de ne pas les détruire par diverses formes de pollution. Une fois qu'un type de plantes ou d'animaux a disparu de la planète, il est impossible de le recréer, peu importe l'argent qu'on y investit après coup. Ainsi, si une ressource s'épuise complètement en dix ans, il faut considérer cela comme une perte pour l'avenir et non seulement comme une diminution de production sur dix ans.

L'autre problème mentionné, les transferts entre générations, est pour ainsi dire l'autre facette du même problème: l'absence de considération pour les générations futures. Le problème des précipitations acides peut servir d'illustration. Ainsi, à une certaine époque la population profite des bienfaits de l'industrialisation, mais c'est la génération suivante qui aura à payer pour les effets de la pollution, par l'absence de poissons dans certains lacs, la diminution de productivité des sols et des forêts, etc. Le problème de la restauration des anciens lieux de déchets dangereux est du même type.

Il est donc urgent que nous nous préoccupions de l'exploitation des ressources de façon à les utiliser raisonnablement, sans les faire disparaître et sans menacer l'avenir des autres ressources ou de l'environnement.

"Jusqu'ici, nous avons vécu sur le capital de la Terre plutôt que sur ses revenus. On ne peut pas plus le faire avec la Terre qu'on ne peut le faire avec une entreprise".(Maurice Strong dans Biosphère, juillet-août 1987)

Ainsi, comme nous venons de le voir, les dommages sont très élevés. Mais ils l'auraient été davantage s'il n'y avait eu aucune dépense pour la dépollution. Voyons donc les dépenses effectuées jusqu'à présent pour limiter les dommages.

14.2 LES DÉPENSES LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Un tableau des sommes affectées à l'environnement devrait indiquer l'apport de chaque agent économique (administrations publiques, entreprises, ménages) dans chacun des domaines de l'environnement (eau, air, déchets, bruit, etc.). Il devrait aussi répartir les dépenses en termes d'investissement et de fonctionnement. Cependant, pour le Québec, plusieurs données sont inexistantes ou imprécises. Nous disposons toutefois de plusieurs données importantes.

14.2.1 Les administrations publiques

Le gouvernement fédéral

Statistique Canada publie le total des dépenses du gouvernement fédéral en environnement au Canada. Ces dépenses comprennent notamment les dépenses pour le contrôle de la pollution (aide à la lutte contre la pollution, restauration) et les dépenses administratives d'Environnement Canada (tableau 14.5). La part du Québec n'étant pas connue avec précision, nous devons prendre le quart de ces dépenses, une méthode passablement approximative.

TABLEAU 14.5
RÉSUMÉ DE L'ÉVOLUTION DES DÉPENSES FÉDÉRALES EN ENVIRONNEMENT, en millions de dollars

Année	Canada	Québec
1984-1985	491	(x.25 = 122)
1983-1984	486	(x.25 = 121)
1982-1983	466	(x.25 = 116)
1981-1982	350	(x.25 = 87)
1980-1981	343	(x.25 = 85)

Source: Statistique Canada #68-211.
N.B.:Les données entre parenthèses sont fournies à titre d'indication seulement.

Le gouvernement du Québec

La majeure partie des dépenses pour l'environnement au gouvernement du Québec provient du ministère de l'Environnement lui-même. Les autres dépenses sont surtout effectuées par le ministère des Affaires municipales, dans les secteurs de l'approvisionnement et de l'épuration de l'eau. Le tableau 14.6 présente le budget du ministère de l'Environnement pour les dernières années.

Parmi les dépenses de ce Ministère, on remarque l'importance accordée à la dépollution des eaux. Avec un rythme d'investissement d'environ 450 millions de dollars par année, le Programmme d'assainissement des eaux du Québec (PAEQ) est associé directement à la création de près de 8700 emplois chaque année. Sur l'ensemble du programme, près de 120 000 emplois (personnes/année) seront ainsi créés.

En plus des dépenses directes des ministères à vocation environnementale, d'autres ministères, tant au fédéral qu'au Québec, apportent une certaine aide financière à la protection de l'environnement; par exemple, les programmes d'amortissement accéléré ou l'exemption de taxe de vente en vue de la dépollution. Il s'agit surtout ici de transferts aux entreprises pour les aider à effectuer leurs travaux de dépollution.

Les municipalités

Les dépenses des municipalités québécoises dans le domaine de l'environnement en 1983-1984 étaient les suivantes:

Dépenses des municipalités

	En millions de dollars
Approvisionnement en eau et épuration de l'eau	257
Canalisations d'égout et traitement des eaux vannes	189
Enlèvement et destruction des ordures ménagères et des déchets	138
Autres	13
Total environnement	597

Source: Statistique Canada, #68-204, 1986

TABLEAU 14.6
BUDGET DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT PAR SECTEUR,
en milliers de dollars

CRÉDITS VOTÉS	1985-1986	1986-1987	1987-1988
Planification et évaluation	8 314,3	7 167,0	8 461,1
Gestion et assainissement de l'eau	130 511,9	209 220,8	262 344,6
Gestion et assainissement atmosphériques et terrestres	14 186,9	13 767,1	16 298,1
Gestion interne et soutien	11 509,8	17 626,9	19 599,7
Organismes-conseils	1 713,7	1 544,2	1 507,4
TOTAL	166 236,0	249 326,0	308 210,9

Source: Ministère de l'Environnement, Rapport annuel 1986-1987, p 11.

Note: Les chiffres présentés sous la rubrique "Gestion et assainissement de l'eau" couvrent les dépenses annuelles du ministère de l'Environnement pour le remboursement de la dette et non pas la valeur des travaux effectués dans le cadre du PAEQ pour ces mêmes années.

Les dépenses consolidées

Comme une grande partie des dépenses effectuées par les municipalités provient des autres paliers de gouvernement, il serait inexact d'additionner tout simplement les dépenses de chacun des trois niveaux. Pour éviter cet écueil, Statistique Canada a fait une consolidation des dépenses pour les administrations publiques provinciales et locales, par province. Pour le Québec, nous avons donc:

Dépenses consolidées

	En millions de dollars
1980-1981	678,1
1981-1982	689,6
1982-1983	725,9
1983-1984	760,7
1984-1985	1 104,7*
1985-1986	1 204,4*
1986-1987	1 358,0*

* Estimation disponible sur CANSIM
Source: Statistique Canada, #68-202

14.2.2 Les entreprises

Dans le secteur des entreprises, certains investissements ont été réalisés pour réduire la pollution de l'air et de l'eau. Il est cependant difficile d'en estimer le montant exact. Une partie des investissements sert à la modernisation et à l'augmentation de la production ou de la productivité des entreprises, comme ce fut le cas pour le programme de modernisation des pâtes et papiers. Les chiffres suivants donnent quand même une idée de l'importance des investissements de dépollution par les entreprises au cours des dix dernières années:

En millions de dollars

1. Assainissement de l'air	425 (approximatif)
2. Assainissement de l'eau (sauf pâtes et papier)	150-200
3. Pâtes et papiers (eau) (1)	200-250
4. Secteur agricole (2)	100
Total approximatif:	875-975

(1) Nous avons retenu une proportion de 25 ou 33,3 p. 100 des investissements du programme de modernisation du secteur des pâtes et papiers

(2) Principalement des dépenses pour des structures d'entreposage des fumiers, surtout depuis 1980.

Ainsi, des investissements d'environ 900 millions de dollars ont été effectués au cours des dix dernières années, soit en moyenne près de 100 millions par an. Les données précédentes ne comprennent cependant pas les investissements des entreprises concernant le traitement des déchets industriels, ni les dépenses de fonctionnement, ni les dépenses effectuées par les entreprises appartenant à certains autres secteurs économiques. Plusieurs dépenses faites par les groupes écologiques et les particuliers ne sont pas non plus prises en compte dans les montants précédents.

14.2.3 Le total des dépenses en faveur de l'environnement

Les informations disponibles ne permettent pas de faire la somme des dépenses en environnement au Québec. On sait que les dépenses du gouvernement du Québec et des municipalités dépassent le milliard de dollars. D'autre part, nous savons que les États-Unis consacrent environ 1,8 p. 100 de leur PIB à la protection de l'environnement et la France entre 1,2 ou 1,7 p. 100. En appliquant un taux de 1,5 p.100 aux données du PIB québécois pour 1985, nous obtenons:

PIB Québec (1985) X 1,5 p. 100 =Estimation dép. Env. Québec

$ 105 milliards X 1,5 p. 100 =1 575 millions de dollars

Ainsi, un montant de l'ordre de 1500 millions de dollars, montant qui est compatible avec nos informations partielles précédentes, serait une approximation raisonnable des dépenses annuelles consacrées à l'environnement au Québec.

14.3 LES COÛTS ANNUELS SUPPORTÉS PAR LA SOCIÉTÉ

Le coût total de la pollution pour une année donnée peut être exprimé comme la somme des dépenses effectuées pour lutter contre la pollution, plus la somme des dommages causés par la pollution qui continuent de se produire malgré ces dépenses.

De plus, à moins d'une importante perturbation de l'environnement, les dommages diminueront à mesure que les dépenses augmentent. Si aucune dépense de dépollution n'est effectuée, le coût total de la pollution sera égal au coût des dommages. Inversement, si à l'aide de dépenses énormes, on réussissait à éliminer complètement la pollution, le coût total serait alors égal aux dépenses totales. Cependant, il est presque utopique d'essayer d'éliminer complètement la pollution et ses dommages dans la société actuelle, bien que ce soit l'objectif visé à long terme.

En reprenant les estimations précédentes, on peut donner une indication du coût annuel total de la pollution au Québec; en effet, selon nos estimations, nous aurions sur une base annuelle:

En milliards de dollars

Hypothèse la plus élevée	
Les dommages causés par la pollution	3,5
Les dépenses pour la protection de l'environnement	1,5
TOTAL:	5,0
Hypothèse la moins élevée	
Dommages	1,7
Dépenses	1,5
TOTAL:	3,2

La pollution "coûterait" donc entre trois et cinq milliards de dollars par année au Québec, soit environ 600 dollars par personne ou à peu près 2400 dollars pour une famille de quatre personnes. Mais rappelons que ces coûts ne tiennent pas compte de l'existence éventuelle de tendances irréversibles dans la dégradation de certains écosystèmes. Si tel est le cas, il faudrait, pour avoir une idée plus juste, être capable "d'actualiser" les catastrophes.

14.4 VERS UNE COMPTABILITÉ ÉCONOMIQUE ÉCOLOGIQUE

Dans les estimations précédentes, on a tenu compte des évaluations des dommages non marchands. Ainsi, en France, l'estimation des dommages annuels à l'environnement accorde 25 p. 100 des dommages au bruit. De même, dans l'estimation faite aux États-Unis, la très grande majorité des bénéfices de la dépollution est attribuable à l'augmentation du bien-être de la population. Cette classification (tableau 14.7) indique si les bénéfices sont pris en compte par le marché (économique) ou non (hors marché).

En plus de tenir compte des aspects non économiques dans l'évaluation des dommages causés à l'environnement, il faut aussi tenir compte de la qualité de l'environnement dans la mesure du bien-être de la population. On sait que les niveaux et les structures de production économiques et de consommation sont fréquemment utilisés comme indicateurs de bien-être de la population. Le produit national brut est utilisé comme mesure de la richesse du pays. Cependant, la qualité de l'environnement compte également dans le bien-être de la population.

Tout comme l'économie a un impact sur l'environnement, la qualité de l'environnement influence le niveau et la structure de production et de consommation. Si l'environnement est détérioré, il faut plus de ressources humaines ou financières pour obtenir le même résultat. Mais actuellement, la comptabilité nationale ne considère pas cet aspect.

Selon plusieurs chercheurs et groupes écologiques, il faut une révision complète de la comptabilité économique, pour qu'elle tienne compte des actifs d'une société (comme ses ressources naturelles) et de ses passifs (comme la pollution). Il faut un nouveau système de comptabilité qui fera une distinction entre les ressources renouvelables et les ressources non renouvelables et qui pourra nous indiquer si notre développement sera durable ou non.

Tableau 14.7
Effets possibles de l'amélioration de la qualité de l'environnement (air et eau)

Effets sur les organismes vivants (impliquant des mécanismes biologiques)

1. Santé humaine (hors-marché)

a) mortalité
b) morbidité

2. Productivité économique des systèmes écologiques (marché)

a) agriculture
b) pêche commerciale
c) foresterie

3. Autres effets du système écologique avec impact direct sur les activités humaines (hors-marché)

a) pêche sportive
b) chasse
c) observation de la nature
d) centre récréatif lié à l'eau
e) jardin potager et aménagement paysager
f) aménagements commercial, institutionnel et public. (Les effets se répercuteront sur le marché si les prix chargés ou les taxes imposés baissent.)

4. Effets du système écologique sans impact direct sur les activités humaines (hors-marché)

a) diversité des espèces
b) stabilité de l'écosystème

Effets sur les organismes non vivants

1. Producteurs (marché)

a) dommages sur les matériaux, exemple corrosion
b) souillure
c) réduction de la qualité

2. Les ménages (hors-marché)

a) dommages sur les matériaux
b) souillure

3. Changement de température et de climat (hors marché)

4. Autres (hors-marché)

a) visibilité
b) tranquillité

Source: A. Myrick Freeman, III, Air and Water Pollution on Control, A Benefit - Cost Assessment, 1982, pp, 9, 10, (traduction)

Comme le signale le rapport de la Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada (Commission MacDonald): "Le produit national brut est finalement une fausse mesure de la façon dont nous avons progressé, car il ne tient pas compte de facteurs comme l'épuisement des sols et leur coût de restauration ou de la contamination des chaînes d'alimentation et des conséquences sur la santé."

CONCLUSION

Les chiffres présentés dans ce texte le sont à titre indicatif. Ces statistiques démontrent que la pollution et la protection de l'environnement, deux aspects qui ne figurent pas entièrement dans la comptabilité nationale habituelle, coûtent très cher.

Il semble qu'au Québec le coût annuel des dommages dus à la pollution (les dommages restants) soit plus élevé que les dépenses annuelles de dépollution. Est-il possible de réduire le coût total de la pollution (dommages + dépenses)? Il est probable que oui, si en augmentant les dépenses de dépollution ou de prévention on diminue les dommages plus que proportionnellement. Des analyses plus poussées seraient nécessaires pour arriver à savoir précisément de combien il faudrait augmenter les dépenses en environnement pour arriver à un coût total minimal de la pollution au Québec.

Afin de réduire autant que possible les dommages à l'environnement, il faudra à l'avenir se préoccuper des effets de la politique économique sur l'environnement. Par exemple, quels sont les effets potentiels des politiques énergétique, industrielle ou commerciale sur la qualité de l'environnement québécois. (voir l'encadré sur le libre-échange et l'environnement). Une nouvelle forme de comptabilité devrait intégrer les données économiques et l'environnement.

Comme le signale le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, "... l'économie mondiale et l'écologie mondiale sont désormais profondément imbriquées, et ce de diverses manières. Depuis quelque temps, nous nous soucions des effets de la croissance économique sur l'environnement. Désormais, il nous faut nous inquiéter des effets des agressions contre l'environnement - dégradation des sols, du régime des eaux, de l'atmosphère, des forêts - sur nos perspectives économiques. Nous nous sommes habitués peu à peu à la progression brutale de l'interdépendance économique entre nations. Nous devons, maintenant, faire de même avec l'interdépendance écologique. L'écologie et l'économie sont en effet étroitement liées - de plus en plus, d'ailleurs - à l'échelle locale, régionale, nationale et mondiale: c'est un écheveau inextricable de causes et d'effets."

Nous avons surtout insisté sur le lien entre l'économie et l'environnement du point de vue quantitatif de façon à assurer la survie matérielle de l'homme. Mais il existe une raison encore plus fondamentale de protéger l'environnement:

"La nature ne sera pas sauvée contre l'homme, elle doit l'être parce que cela constitue la seule chance de salut matériel pour l'humanité en raison de l'unité fondamentale du monde dans lequel nous vivons." Cependant, "la nature sauvage ne doit pas être uniquement préservée parce qu'elle est la meilleure sauvegarde de l'humanité, mais parce qu'elle est belle... Nous n'avons pas le droit d'exterminer ce que nous n'avons pas créé. Un humble végétal, un insecte minuscule, contiennent plus de splendeurs et plus de mystères que la plus merveilleuse de nos constructions... La nature ne sera en définitive sauvée que par notre coeur." (Jean Dorst)

Le libre-échange et l'environnement

Les relations entre la libéralisation des échanges internationaux et l'environnement du Québec ne sont pas évidentes. Cependant, quand on y regarde de plus près, il peut y avoir des effets à différents niveaux. Enumérons ici quelques-uns des aspects environnementaux à considérer dans le cadre d'une libéralisation des échanges entre le Canada et les États-Unis:

1. **Une augmentation possible de la demande pour les ressources naturelles** et certaines perturbations environnementales pour les rendre accessibles.

2. **Un redéploiement de l'activité de certains secteurs industriels polluants dans le pays possédant des avantages comparatifs.**

3. **L'uniformisation des réglementations**, en les renforçant, si possible, au Canada et aux États-Unis.

4. **Le maintien de l'aide gouvernementale à la dépollution pour les entreprises exportatrices.**

Certains types de problèmes se posent déjà dans la situation actuelle avec les accords du GATT. Les quelques aspects précédents sont suffisants pour montrer l'importance d'étudier cette question et de s'assurer que l'environnement soit protégé à l'intérieur de telles ententes. Ceci démontre aussi l'importance de la coopération internationale dans le domaine de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

AGENCE FRANCE-PRESSE, 1986. L'Inde demande 3 milliards$ de dédommagement pour Bhopal, dans La Presse, 23 novembre 1986, p. A-9.

AGENCE FRANCE-PRESSE, 1986. L'accident de Tchernobyl - l'Europe exige les dommages-intérêts de l'Union Soviétique, dans Le Devoir, 16 mai 1986, p. 7.

AMBROISE-RENDU, MARC, 1982. L'écologie fait ses comptes, dans Le Monde, 23 février 1982, p. 14.

BEAULIEU, Camille, 1987. Plus de 100 millions pour mal revégéter les dépotoirs miniers, dans La terre de chez nous, 27 juillet 1987, p. 22.

COMMISSION MONDIALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT, 1987. Notre avenir à tous, Oxford University Press, pag. multiple.

COMMISSION ROYALE SUR L'UNION ÉCONOMIQUE ET LES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT DU CANADA(COMMISSION MAC DONALD), 1985. Rapport, ch. 13, L'environnement, la société et l'économie, Ottawa, pp. 559 à 589.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT, 1987. Rapport du Groupe de travail national sur l'environnement et l'économie, septembre 1987, 18 p.

CONSEIL CONSULTATIF CANADIEN DE L'ENVIRONNEMENT, 1986. Le libre-échange et l'environnement, juin 1986, 11 p.

CONSEIL ÉCONOMIQUE DU CANADA, 1986. Préserver l'héritage écologique, Compte rendu du colloque sur l'environnement, Ottawa, 136 p.

CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA, 1986. La dégradation du sol au Canada: un mal en progression, Ottawa, 24 p.

CROCKER, Thomas D. and BRUCE A., FOSTER, 1986. "Atmospheric Deposition and Forest Decline", dans Water, Air and Soil Pollution, December 1986, p. 1007 à 1017.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1984. "Développement soutenu", mémoire présenté à la Commission MacDonald, dans Forêt Conservation, juin 1984, pp. 28 à 32.

FREEMAN III, A. Myrick, 1982. Air and Water Pollution Control, A Benefit-Cost Assessment, John Wiley and Sons, 183 p.

MEAD,HARVEY,1986. " L'économie et l'environnement" dans Franc Nord, été 1986, p. 5.

MÉNARD, Louis, 1985. Évaluation des pertes encourues par les producteurs de sucre et sirop d'érable au Québec à l'automne '85, Service d'étude et de recherche, UPA., 21 p.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES DU QUÉBEC, 1985. Pâtes et papiers: éclatant succès du programme de modernisation des usines, dans Nouvelles ressources, no 10, 25 mars 1985, 6 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA FRANCE, Données économiques de l'environnement, La Documentation française, Éditions 1984, 1985 et 1986.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1987. Rapport annuel 1986-1987, 59 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1984. Valeur et importance de la diversité biologique, Direction des réserves écologiques et des site naturels, 55 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Pour le fleuve Saint-Laurent, un programme d'action qui intègre la conservation et le développement économique, Communiqué de presse, 29 mai 1987, 3 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, en collaboration avec l'Association des économistes du Québec, Textes de la session d'études sur l'économie et l'environnement, Québec, 6 mars 1986.

MINNS, Charles K. and KELSO, JOHN R.M., 1986. "Estimates of Existing and Potential Impact of Acidification on the Freshwater Fishery Ressources and their Use in Eastern Canada", dans Water, Air and Soil Pollution, December 1986, pp. 1079 to 1090.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES, 1975."Comment estimer le coût des dommages à l'environnement", dans L'observateur de l'O.C.D.E., sept.-oct. 1975, pp. 29-30.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES,1984,"Économie et Environnement: interdépendance et compatibilité", dans L'observateur de l'O.C.D.E., septembre 1984, pp. 30 à 34.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES, 1985. Environnement et économie, Paris, 1985, 274 pages.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES, 1974. La mesure des dommages dans le domaine de l'environnement, Paris, 154 pages.

PRUD'HOMME, Rémy, 1973. Les notions de dépenses et de coût en matière de pollution, Évaluation de l'environnement, la Documentation française, pp. 45 à 47.

SMETS, Henri, 1985." Environnement - Risques majeurs et indemnisation", dans L'observateur de l'O.C.D.E., mai 1985, pp. 29 à 31.

STATISTIQUES CANADA, catalogues #68-202. - Les finances publiques consolidées, #68-211 - Les finances publiques fédérales, #68-207 - Les finances publiques provinciales, #68-204 - Les finances locales, Ottawa, plusieurs années.

STRONG, Maurice,"Quinze ans après",dans Biosphère, juillet-août 1987, pp. 36-37.

SUZUKI, David, 1987. Technology can't recreate Wilderness, dans The Globe and Mail, August 15, 1987.

UNION QUÉBÉCOISE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE, 1986. Environnement - Pour une révision complète de la comptabilité économique, Synthèse du mémoire présenté à la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, dans Le Devoir, 30 juin 1986, p. 7.

CHAPITRE 15

L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	407
15.1	Le milieu aquatique	408
15.1.1	La non conformité aux normes biologiques	408
15.1.2	Les micropolluants chimiques	408
15.1.3	Les conséquences de la présence de mercure dans l'eau	409
15.1.4	La contamination dans les réseaux de distribution	410
15.1.5	Les substituts de l'eau potable	410
15.2	Le milieu atmosphérique	410
15.2.1	Le transport à longue distance des polluants	411
15.2.2	La qualité de l'air intérieur	411
15.3	Les déchets dangereux	412
15.4	Le milieu rural	413
15.5	Le milieu urbain	414
	BIBLIOGRAPHIE	416

LISTE DES TABLEAUX

15.1 Guide de consommation du poisson contaminé par le mercure

15.2 Teneurs en plomb selon la durée de l'écoulement

15.3 Sources possibles de certains polluants

15.4 Cas de contamination aux pesticides au Québec

LISTE DES FIGURES

15.1 Degré de contamination de l'orignal et du cerf

INTRODUCTION

Il serait illusoire, dans le contexte actuel du Québec, de vouloir réaliser un bilan de l'état de santé de la population en fonction de la qualité de notre environnement. Le système de santé, pour ne pas dire le système de traitement des maladies, n'est pas orienté ni structuré de façon à pouvoir évaluer, quantifier ou prévenir les maladies imputables à l'état de notre environnement. Il ne s'agit pas ici de chercher les responsables de cet état de fait. La médecine, au cours des dernières décennies, a porté son attention sur les facteurs principaux de maladies et de décès, tels que les grossesses à risques, les pathologies néonatales et du jeune enfant, les maladies héréditaires métaboliques, le diabète, l'hypertension artérielle, la maladie coronarienne, les maladies respiratoires, les traumatismes, le cancer, etc. L'évolution des dernières décennies, tant sur le plan du diagnostic que du traitement, a été impressionnante. L'évolution technologique dans ces domaines s'est traduite par une réduction de la morbidité et un allongement de l'espérance de vie significatifs.

Notre ouverture sur l'importance de la médecine préventive et la réorientation partielle de notre système de soins vers la santé communautaire, dans le but de mieux connaître et tenter de résoudre les problèmes de santé sur le plan collectif plutôt que sur une base individuelle, date de moins de vingt ans. L'harmonisation nécessaire entre les politiques de santé publique et celles de contrôle et de la protection de l'environnement est bien perçue, mais n'a pas encore dépassé le stade des prises de contact et de l'élaboration des hypothèses.

En même temps que s'allongeait la durée moyenne de vie, apparaissaient de façon plus évidente la fréquence et la diversité de pathologies qui semblaient de plus en plus reliées à des facteurs environnementaux. Mentionnons particulièrement les allergies, les maladies de dérèglement du système immunitaire, les maladies dégénératives du système nerveux et le cancer. Les outils tant diagnostiques que thérapeutiques que nous avions réussi à mettre au point pour contrer les maladies plus traditionnelles se sont avérés de peu d'utilité dans le cas des maladies dites environnementales. Plusieurs facteurs permettent d'expliquer ce phénomène. Les premières grandes maladies environnementales, telles que:

- la maladie de Minamata (mercure);
- la maladie d'Itaï-Itaï (cadmium);
- la maladie de Yusho (BPC, furannes, dioxines);
- les épidémies bactériennes (choléra, dysenterie, typhoïde),

furent le fait de contaminations sévères de l'air, de l'eau ou de la chaîne alimentaire. La mise en évidence d'une relation de cause à effet en fut d'autant facilitée. Par ailleurs, lorsque nous faisons face à une contamination plus discrète de notre environnement par une gamme étendue de polluants, il devient difficile, sinon impossible, d'en mesurer l'impact réel sur notre état de santé individuel. Ce que nous constatons plutôt, c'est une dégradation diffuse de l'état de santé de la population, sans que nous soyons pour autant capables de relier spécifiquement un facteur environnemental avec une pathologie donnée.

Il faut ajouter à ce propos que les programmes de surveillance de l'état de l'environnement n'étaient nullement planifiés ni mis en oeuvre dans le but d'évaluer ou d'expliquer les effets de l'environnement sur la santé humaine. Nous notons actuellement une nouvelle prise de conscience des autorités responsables de la qualité de l'environnement à cet égard, pour inclure l'espèce humaine dans leurs préoccupations journalières, au même titre que la faune et la flore; on remarque en outre, de la même façon, une modification progressive des programmes de surveillance des indicateurs de l'état de l'environnement.

À l'inverse, les programmes de surveillance de l'état de santé des populations ne visaient nullement à détecter et à apprécier l'importance des facteurs environnementaux, à l'exception des maladies transmissibles, dans la cause ou le développement des pathologies humaines.

L'épidémiologie, qui cherche à déceler dans les populations l'émergence de telles maladies et d'en démontrer les facteurs causaux, n'est encore qu'à un stade très précoce de son développement. La médecine environnementale, quant à elle, n'est qu'à un niveau embryonnaire si on la compare aux autres disciplines des sciences de la santé. Le contenu de ce chapitre est tiré en grande partie du document fourni par le Dr Albert J. Nantel, directeur du Centre de toxicologie du Québec.

15.1 LE MILIEU AQUATIQUE

Depuis les grandes épidémies de choléra et de typhoïde du siècle dernier, nous sommes fortement sensibilisés aux risques inhérents à une contamination bactérienne de l'eau de consommation. L'épuration et la désinfection de l'eau potable furent sans contredit l'une des plus grandes victoires de la santé publique. Toutes les grandes agglomérations urbaines sont maintenant dotées de systèmes capables de fournir à la population une eau potable généralement stérile sur le plan bactérien et viral. Malgré ce gain incontestable, comme on peut le constater dans le présent rapport, certains problèmes persistent à cet égard et de nouveaux risques pour la santé ont fait leur apparition.

15.1.1 La non conformité aux normes biologiques

Comme nous l'avons mentionné au chapitre 13, un certain pourcentage (allant jusqu'à 8 p. 100 au cours des mois d'été 1986) des systèmes de distribution d'eau potable, surtout dans des municipalités moins populeuses du Québec, n'étaient pas conformes aux normes microbiologiques prescrites par le règlement du ministère de l'Environnement. On s'est d'ailleurs habitué à recevoir, par le biais des médias, des avis incitant les citoyens de diverses municipalités à faire bouillir leur eau avant de la consommer. Conséquemment à cette non conformité aux normes microbiologiques, des épidémies de gastro-entérites peuvent survenir chez les consommateurs d'une eau potable contaminée. Même si le lien de cause à effet est difficile à établir, l'eau potable est souvent soupçonnée d'être l'agent responsable de ces épidémies lorsque toutes les autres causes possibles ont été éliminées. Ces épidémies sont gérées par les responsables de la santé publique (C.L.S.C., D.S.C.) et, comme cela a été le cas récemment dans la région de Québec, elles peuvent atteindre et toucher des centaines de personnes et avoir des conséquences plus graves chez les enfants, les femmes enceintes et les personnes âgées. La persistance d'un tel problème s'explique par deux facteurs principaux:

- La vétusté de certaines installations de traitement ou de distribution de l'eau de certaines municipalités;

- Le degré de plus en plus important de contamination de l'eau brute utilisée comme source d'eau potable. Ce deuxième facteur s'explique aisément lorsque l'on considère le faible pourcentage de municipalités québécoises qui traitent leurs eaux usées avant de les déverser dans les cours d'eau. Notre richesse légendaire en fleuve, lacs et rivières nous a fait croire que la capacité de dilution de ces plans d'eau était infinie. Nous payons maintenant très cher notre incurie à cet égard.

15.1.2 Les micropolluants chimiques

Comme les municipalités, les industries ont aussi misé sur ce pouvoir auto-épurateur de nos cours d'eau et y ont déversé des milliers de tonnes de contaminants chimiques tant organiques qu'inorganiques au cours des dernières décades. Or, les usines de traitement de l'eau de consommation n'avaient nullement été prévues pour faire face à ce genre de problème. La conséquence en est que notre eau, dite potable, contient une variété considérable de contaminants chimiques, dont la concentration est certes faible mais dont les effets à long terme sur notre santé sont inconnus. L'amélioration des techniques analytiques a permis d'identifier de très nombreux contaminants présents dans l'eau, même à des niveaux parfois très faibles. Au niveau international, 765 composés différents ont fait l'objet d'études. On a identifié par exemple différents pesticides, de nombreux solvants et des métaux. Parmi ces contaminants,20 sont reconnus comme étant carcinogènes et 56 d'entre eux sont mutagènes.

Certes, les industries sont en grande partie responsables de la contamination chimique de l'eau potable, mais la plupart des citoyens ne sont pas conscients de la quantité de produits chimiques toxiques qu'ils déversent à l'égout quotidiennement. On y jette des produits de nettoyage de toutes sortes, des cires, des solvants, des détergents. Il faut se rappeler que ce n'est pas parce que ces produits disparaissent de notre vue qu'ils cessent d'exister. Bien au contraire, leur action toxique commence une fois qu'ils ont pris le chemin des cours d'eau. Par ailleurs, nous ne disposons pas encore au Québec de services de récupération domestique de ce type de déchets.

De plus, le système de désinfection le plus largement utilisé, le chlore, est capable de réagir avec certaines composantes de l'eau brute, pour produire une gamme de contaminants chimiques appelés les trihalométhanes dont la présence a été détectée dans certains réseaux (voir chapitre 13). Le plus connu de cette famille est le chloroforme, dont les propriétés cancérigènes ont été mises en évidence chez l'animal. Cette substance est actuellement considérée comme probablement cancérigène pour

l'humain. Il faudra donc de nouveau réévaluer nos procédés de désinfection de l'eau afin de réduire, sinon d'éliminer ce risque pour la santé.

Les technologies susceptibles de corriger ce problème, telles que la filtration sur charbon activé, existent mais leurs coûts d'application sont, en général, prohibitifs et peu de municipalités y font appel.

15.1.3 Les conséquences de la présence de mercure dans l'eau

Le mercure rejeté dans l'environnement, soit par des sources industrielles majeures, soit par la combustion du pétrole, de l'huile et du charbon, se retrouve dans les plans d'eau douce où il se fixe aux sédiments et est converti en méthyl-mercure par les microorganismes. Le méthyl-mercure est une forme toxique de mercure qui se concentre dans les poissons. Ainsi, les grands consommateurs de poissons et de crustacés sont menacés par les effets sur la santé reliés à l'ingestion de poissons contaminés au méthyl-mercure. Pour leur part, les enfants en période de croissance sont particulièrement vulnérables aux toxiques, et les femmes enceintes, ainsi que celles qui allaitent doivent en consommer avec prudence. L'intoxication qu'il produit peut causer des dommages importants au système nerveux. On retrouve du méthyl-mercure dans les poissons prédateurs (achigan, brochet, doré, maskinongé) de tous les coins du Québec. Les poissons vivant dans certaines zones situées en aval d'activités industrielles sont susceptibles de contenir une grande quantité de mercure et leur consommation exige donc une plus grande prudence. C'est dans cet esprit que le ministère de la Santé et des Services sociaux, le ministère de l'Environnement du Québec et le Centre de toxicologie du Québec ont publié un guide de consommation du poisson.

Le tableau 15.1 illustre les règles de consommation des poissons de pêche sportive en fonction de leur degré de contamination par le mercure.

Tableau 15.1
Guide de consommation du poisson contaminé par le mercure

Catégories	Concentration en mercure (mg/kg)	Espèces	Consommation régulière
A	0 à 0,5	Truite mouchetée Grand corégone	2 repas/semaine
B	0,5 à 1	Barbotte Lotte Meunier Perchaude Touladi	1 repas/semaine
C	1 à 2	Achigan à petite bouche Doré jaune Brochet Maskinongé	1 repas/2 semaines

Source: Contaminants majeurs et pêche sportive, MSS, MENVIQ, CTQ, 1984

15.1.4 La contamination dans les réseaux de distribution

L'identification dans l'eau potable de presque toutes les municipalités de certains HAP provenant vraisemblablement de l'enduit bitumineux des tuyaux de fonte malléable des réseaux de distribution de l'eau soulève un nouveau problème. De nouveau, il est impossible d'apprécier l'impact potentiel d'une telle contamination sur la santé publique. Une telle évaluation, si elle est possible, prendrait plusieurs décennies et coû-terait plusieurs millions de dollars. Il est donc probablement plus efficace et moins coûteux de solutionner le problème à la source, une fois qu'il aura été bien circonscrit.

Par ailleurs, nous savons depuis longtemps que les systèmes de distribution de l'eau à l'intérieur des édifices peuvent aussi contaminer l'eau potable, notamment par le plomb. Nous ne disposons pas de données nous permettant d'évaluer cette situation au Québec. En revanche, des concentrations allant jusqu'à 1,89 mg/l ont été retrouvées au Québec dans l'eau de premier jet provenant d'un H.L.M. Ceci représente plus de 35 fois la norme en vigueur au Québec. Nous savons que ce facteur peut influencer l'état de santé de la population et notamment, le développement psycho-moteur des jeunes enfants.

Le tableau 15.2 illustre le fait que, dans ce cas, le plomb ne provenait pas du réseau de distribution municipale mais plutôt du système de tuyauterie de l'édifice. C'est pourquoi, dans ce cas précis, les responsables de la santé publique du Département de santé communautaire concerné ont recommandé comme mesure temporaire aux résidents de ce H.L.M. de laisser couler leur eau durant une certaine période avant de la consommer.

Tableau 15.2
Teneur en plomb selon la durée de l'écoulement

Lieu	Premier jet	1 minute	5 minutes
Entrée d'eau	0,378 mg/l	0,015	0,015
App. 103	0,036	0,015	0,015
App.105	0,204	0,015	0,015
App.114	0,057	0,015	0,015
App.118	0,077	0,015	0,015
App. 202	0,122	0,015	0,015

Source: Guerrier, 1988

La concentration maximale permise du Pb dans l'eau potable est de 0,05mg/l

15.1.5 Les substituts de l'eau potable

Il est essentiel de redonner aux citoyens la confiance perdue dans la qualité de l'eau potable qui leur est fournie au robinet. Déjà les Québécois ont modifié leurs habitudes et consomment une forte quantité d'eau embouteillée. Ce qui inquiète le plus sur le plan de la santé, ce sont surtout les autres breuvages qui sont consommés en remplacement de l'eau, notamment les eaux gazeuses. Si l'on habitue les jeunes enfants à consommer de tels produits plutôt qu'à boire de l'eau, les correctifs requis ne seront pas faciles à apporter.

15.2 LE MILIEU ATMOSPHÉRIQUE

Nous pouvons constater avec satisfaction une nette amélioration de la qualité de l'air ambiant dans l'ensemble du territoire, mais particulièrement en milieu urbain. Les principaux agents agresseurs responsables de la pollution de l'air dans les villes, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et les substances particulaires, ont pu être contrôlés en grande partie, à l'exception peut-être de certains quartiers de villes densément peuplées (ex.: Montréal et Québec) ou à proximité de villes industrielles (ex.: Rouyn, Murdochville,Shawinigan,Trois-Rivières, Jonquière).

C'est un fait que, dans ces milieux, on rencontre encore, pour certains polluants, de fréquents dépassements des normes de la qualité de l'air, lesquelles sont établies pour protéger la santé de la population. Cependant, comme les sources persistantes de pollution sont ponctuelles et non diffuses, comme par le passé, il sera beaucoup plus facile d'en arriver à un contrôle satisfaisant dans le futur.

Sur le plan socio-sanitaire, les indices de l'état de santé de la population québécoise révèlent une importance particulière des maladies de l'appareil respiratoire. Le Québec possède notamment les taux les plus élevés au Canada de mortalité par cancer de l'appareil respiratoire et par emphysème. Les problèmes respiratoires aigus (grippes, affections aiguës et pneumonies) expliquent environ 25 p. 100 de l'ensemble des épisodes d'incapacité temporaire vécus par les Québécois en 1981.

Deux recherches canadiennes très récentes ont établi une corrélation entre le nombre moyen d'admissions hospitalières pour les maladies respiratoires et les concentrations moyennes de polluants majeurs dans l'air atmosphérique. L'impact des polluants atmosphériques sur la morbidité hospitalière pour l'ensemble du Québec demeure actuellement un sujet inédit. Il existe peu d'études québécoises concernant les effets des polluants atmosphériques sur la santé et, de plus, ces données ne sont pas récentes et ne concernent que la région de Montréal. Certains nouveaux problèmes sont cependant venus s'ajouter au tableau.

15.2.1 Le transport à longue distance des polluants.

C'est ce que nous connaissons mieux maintenant sous le terme de précipitations acides. Outre les impacts écologiques et économiques importants qui risquent d'en découler, il serait irresponsable de croire que la santé humaine n'en sera pas affectée à moyen ou à long terme. Les principaux polluants à l'origine de cette acidification sont les oxydes de soufre (SO_2) et d'azote (NO_2) et ces polluants, de même que leurs dérivés secondaires [sulfates (SO_4), nitrates ($N0_3$), aérosols d'acides sulfurique et nitrique], constituent de puissants irritants qui peuvent engendrer des troubles respiratoires chez l'homme à moyen terme. Les principaux effets sur la santé observés jusqu'à maintenant, imputables aux précurseurs des précipitations acides et responsables de la pollution urbaine sont: l'apparition et/ou l'aggravation des maladies pulmo-naires obstructives telles que la bronchite et l'emphysème, une recrudescence des attaques d'asthme, le ralentissement du développement du poumon chez l'enfant et l'accélération de la perte d'efficacité pulmonaire avec l'âge.

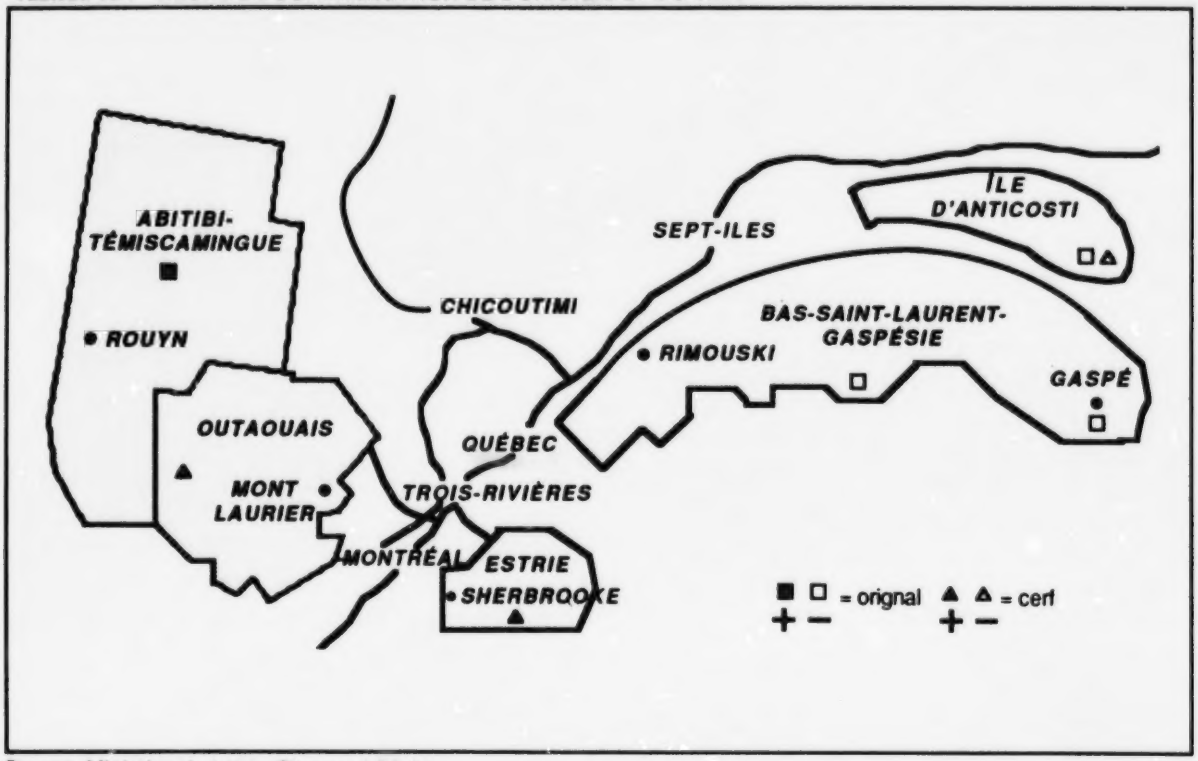
D'autre part, l'acidification progressive des cours d'eau accroît systématiquement la solubilisation des métaux lourds tels que le plomb et le cadmium. Nous risquons donc de voir s'accroître progressivement la contamination de la chaîne alimentaire par ces agents toxiques. Citons par exemple la présence de cadmium dans les abats d'orignaux et de cerfs de Virginie au Québec. L'acidité du milieu favorise la mobilité du cadmium dans le sol et son captage par la végétation dont se nourrissent les cervidés. La consommation de leurs abats peut présentement poser des risques à la santé humaine, en particulier pour les groupes à risque tels que les fumeurs, les personnes souffrant de déficiences nutritionnelles et celles dont l'alimentation contient des quantités plus grandes que la normale d'abats, de légumes à feuilles, de poissons et de crustacés, ainsi que pour les enfants et pour les femmes qui allaitent. L'intoxication chronique au cadmium peut conduire au développement d'une atteinte caractérisée par des troubles au niveau des reins et des os, ainsi qu'à une atteinte pulmonaire (emphysème) chez les travailleurs exposés aux fumées ou poussières de ce métal.

La figure 15.1 représente le degré de contamination de l'orignal et du cerf de Virginie dans les diverses régions du Québec

15.2.2 La qualité de l'air intérieur.

Les programmes de conservation de l'énergie qui ont accompagné la crise du pétrole ont entraîné une modification drastique du niveau d'isolation de nos résidences et des édifices publics. La réduction de la ventilation de nos espaces de vie s'est accompagnée d'un accroissement qualitatif et quantitatif des matériaux de construction et des produits d'usage courant susceptibles de libérer dans l'air ambiant des contaminants chimiques. Nous en sommes arrivés à un stade où l'air extérieur est parfois plus sain que l'air intérieur. En effet, diverses études auraient démontré que la concentration de certaines substances polluantes est plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur. Ce serait le cas de l'amiante, du radon, du formaldéhyde et de la fumée de cigarette. Cette situation est d'autant plus préoccupante dans un climat nordique comme le nôtre, puisqu'environ 87 p. 100 de la population québécoise passe de 80 à 90 p. 100 de son temps dans des édifices ou des résidences. De plus, certains groupes plus à risque, du fait de leur âge ou leur état de santé, demeurent à l'intérieur presque constamment.

Tableau 15.1 DEGRÉ DE CONTAMINATION DE L'ORIGNAL ET DU CERF



Source: Ministère du Loisir, Chasse et Pêche.

Le cas de la fumée de tabac est particulièrement préoccupant, puisque le tabagisme est reconnu comme étant la principale cause de contamination du milieu intérieur. L'analyse de la fumée produite par une cigarette montre que la concentration de substances toxiques est plus importante que celle inhalée par son consommateur. La pollution intérieure résultant du tabac constitue un important problème au Québec où l'on compte la plus forte proportion de fumeurs et de fumeuses du Canada. Des études ont mis en évidence que les non-fumeurs vivant dans un environnement contaminé par la fumée de cigarette étaient exposés aux mêmes risques que les fumeurs. Plusieurs recherches ont rapporté une association entre la fréquence des maladies respiratoires (bronchites, pneumonies) chez les enfants de moins de deux ans et les habitudes tabagiques des parents.

Le secteur de la pollution intérieure ne relève pas clairement d'une juridiction définie. De là, le manque de données factuelles concernant la situation du Québec dans ce domaine. Plusieurs plaintes sont acheminées aux responsables de la santé publique de la part des occupants de résidence qui se plaignent de symptômes qu'ils soupçonnent être reliés à la présence de contaminants dans leur milieu intérieur.

Le tableau 15.3 illustre certains contaminants et leurs sources.

Ces problèmes sont souvent d'une grande complexité à résoudre; toutefois les méthodes d'évaluation, de caractérisation et de correction de ce qu'il est convenu d'appeler le syndrome des espaces clos, s'améliorent constamment. Il est à souhaiter que nous saurons les mettre à profit afin d'améliorer la santé et la qualité de vie des Québécois.

15.3 LES DÉCHETS DANGEREUX

L'héritage du passé nous a laissé un nombre important de sites contaminés par une gamme étendue de déchets dispersés un peu partout sur notre territoire. Une bonne proportion de ces sites contaminés présente un risque potentiel à moyen et à long terme, tant pour l'écologie que pour la santé publique.

La difficulté majeure provient du fait que des solutions finales, comme l'incinération, ne sont pas, elles non plus, sans risque, si l'on ne respecte pas des conditions techniques rigoureuses.

TABLEAU 15.3

SOURCES POSSIBLES DE CERTAINS POLLUANTS

Polluants	Sources possibles
Monoxyde de carbone	Gaz et autres combustibles oxydés
Oxydes d'azote	Gaz et autres combustibles oxydés
Formaldéhyde	Mousse isolante d'urée-formaldéhyde, matériel de bureau, ameublement, bois pressé ou contreplaqué
Ozone	Photocopieurs, filtres à air électroniques
Radon et ses dérivés	Matériaux de construction et eaux souterraines, sols de certaines régions
Vapeurs organiques	Produits nettoyants, matériel de bureau en plastique, aérosols, transpiration humaine, peintures et vernis, solvants
Dioxyde de carbone	Respiration humaine, équipements de chauffage, fumée de cigarette
Particules totales	Fumée de cigarette, papier et poussières, cuisson, particules provenant de l'extérieur
Amiante	Isolation
Organismes vivants	Humidificateurs, humains, animaux

Source: Rajhans, G.S. (1985)

Le cas récent de LaSalle nous a permis de mieux percevoir tant notre capacité de bien circonscrire le problème et de limiter les risques que notre difficulté à appliquer une solution finale. Précisons que, dans ce cas, huit maisons étaient situées directement dans une zone de sol contaminé par une gamme étendue de substances chimiques possédant des propriétés mutagènes et/ou cancérigènes. Des travaux d'excavation furent alors exécutés, soit l'enlèvement de 100 000 m³ de sol contaminé. La possibilité d'émanations de substances volatiles provenant des déchets industriels, qui était le risque appréhendé pour la santé, exigea la présence d'un "monitoring" continuel de l'air ambiant. Les déchets toxiques ont été entreposés sur les terrains de l'ancienne usine de La Salle Coke et leur enfouissement dans une cellule étanche a été retenu comme solution temporaire.

Un travail considérable reste à faire pour que, collectivement, nous acceptions de consentir les efforts et les sacrifices requis pour effacer définitivement cet héritage du passé, mais aussi pour modifier notre gestion actuelle de nos déchets, afin d'éviter que le problème se perpétue et s'amplifie.

15.4 LE MILIEU RURAL

L'image classique selon laquelle le milieu urbain était source de pollution et d'une qualité de vie douteuse, alors que le milieu rural représentait l'absence de nuisances et la garantie de bien-être et de santé, s'est quelque peu modifiée au cours des dernières décennies. Quatre facteurs principaux en sont la cause:

1. La pollution industrielle qui, même si elle est en voie de réduction, a perturbé de façon profonde la qualité des sols, des sédiments et des cours d'eau dans plusieurs régions.

2. L'usage parfois abusif de pesticides de toutes sortes au niveau agricole, sylvicole ou pour l'entretien des routes, des voies ferrées et des emprises électriques a conduit à la contamination des eaux souterraines dans certaines régions du Québec. A titre d'exemple, des résidus de pesticides (aldicarb, atrazine, carbofuranne, métribuzine) ont été détectés dans l'eau de certains puits de faible profondeur et dans les eaux souterraines avoisinant des champs de cultures de pommes de terre et de maïs. De plus, un herbicide (piclorame) utilisé sur les emprises électriques a été retrouvé dans la nappe phréatique et dans les eaux souterraines. Le tableau 15.4 illustre ces cas de contamination.

3. La pollution provenant des pluies acides.

4. L'usage de médicaments et de promoteurs de la croissance dans l'industrie de l'élevage qui sont utilisés de façon importante au Québec. Selon le Comité sur la santé animale au Québec (MAPAQ, 1985), environ 30 p. 100 des ventes de médicaments vétérinaires effectuées par l'Institut Canadien en santé animale ont été réalisées au Québec. Le cas de l'utilisation des antibiotiques et des sulfamidés comme additifs alimentaires est particulièrement prioritaire, et selon les responsables de la santé publique, les risques allergiques, toxiques et liés à la résistance bactérienne nécessiteraient un usage beaucoup plus circonspect des antimicrobiens chez les animaux.

Tableau 15.4
Cas de contamination aux pesticides au Québec

Référence	Pesticides	Endroit	Observations
Ministère de l'environnement du Québec (1984)	Aldicarb	Province de Québec (Québec méridional)	Culture de pommes de terre: on a trouvé des résidus dans 8 puits sur les 48 puits échantillonés. Les puits contaminés étaient peu profonds et à moins de 100 mètres des champs traités.
Ministère de l'environnement du Québec (1984)	Atrazine	Province de Québec	Culture de maïs: résidus détectés dans 5 des 28 puits du réseau d'échantillonnage des eaux souterraines des basses-terres du Saint-Laurent.
Ministère de l'environnement du Québec (1984)	Carbofuranne et Metribuzine	Sainte-Catherine Province de Québec	Culture de pommes de terre: résidus détectés dans des prises d'eau municipales et des puits de faible profondeur.
Ministère de l'environnement du Québec (1984)	Piclorame	Saint-Jacques (Montcalm) Province de Québec	Épandage sous ligne de transport d'énergie: concentrations retrouvées dans une nappe phréatique composée de sable et gravier.
Ministère de l'environnement du Québec (1984)	Piclorame	Île Perrôt et Sainte-Dorothée Province de Québec	Résidus détectés dans les eaux souterraines.

Source: Villeneuve, J.P. (1985)

Tous ces facteurs concourent à une contamination plus grande, bien que sournoise, de notre alimentation. Heureusement, là aussi, on a noté une modification significative des perceptions et des attitudes, tant du public que des producteurs de l'industrie alimentaire et des organismes gouvernementaux en vue, non pas de chercher à tout prix des coupables, mais plutôt d'envisager des solutions viables.

15.5 LE MILIEU URBAIN

Il serait dangereux et illusoire de limiter les relations possibles entre l'environnement et la santé aux seuls problèmes des contaminants chimiques et biologiques. L'urbanisation rapide des dernières décennies nous a fait percevoir l'importance de nombreux autres facteurs de risques qui affectent

la santé publique et la qualité de vie des citoyens. Mentionnons simplement le bruit, qui est considéré comme une "nécessité regrettable" de la vie urbaine qu'il faut accepter dans les zones industrielles et en bordure des autoroutes, mais qui doit être absent de nos milieux résidentiels et récréatifs. Des niveaux de bruit excessif peuvent avoir des effets nocifs sur la santé. Des effets physiologiques tels que la fatigue, le déséquilibre de la tension artérielle, l'anxiété, le stress, l'accélération du rythme cardiaque, la perturbation du sommeil peuvent s'avérer significatifs lorsqu'une population est exposée aux sources de pollution sonore des grands centres urbains provenant des outillages et de la technologie.

Aux problèmes reliés à l'environnement physico-chimique et à l'environnement biologique vient s'ajouter l'importance des liens entre l'environnement socio-économique et la santé, qui ne fait plus de doute à l'heure actuelle. La promiscuité, la salubrité des logements, la misère sociale, la violence, tant publique que familiale, la circulation automobile, le stress, l'alcoolisme, l'abus des drogues et des médicaments en sont de bons exemples.

La complexité, la diversité et l'interdépendance de tous ces facteurs rendent encore plus difficile l'identification précise de cause à effet entre un problème de santé en particulier et un facteur ou une classe de facteurs environnementaux. Cette situation illustre bien la nécessité de briser les frontières traditionnelles qui séparaient les divers intervenants dans des domaines aussi différents que la sociologie, l'économie, l'urbanisme, l'écologie, l'agronomie, la toxicologie, l'épidémiologie, la nutrition, la médecine, etc. L'interdisciplinarité est passée d'un terme à la mode à une exigence formelle pour ceux qui veulent être en mesure d'étudier et de résoudre les divers problèmes environnementaux auxquels nous faisons face.

CONCLUSION

Ce premier bilan de l'environnement nous permet de mesurer le trajet parcouru, mais aussi nous laisse entrevoir certaines avenues pour le futur.

Le Québec s'est doté, au cours des deux dernières décennies, d'un réseau de santé public qui pourrait modifier considérablement nos approches traditionnelles dans le domaine de l'identification des risques, de la caractérisation des problèmes de santé au niveau des collectivités et apporter des éléments de prévention de la maladie et de l'amélioration de la qualité de vie.

Durant la même époque, nous nous sommes dotés d'un ministère de l'Environnement qui est parvenu à mieux cerner les problèmes que nous devons affronter et qui a pu élaborer non seulement une politique de correction des dégâts déjà produits et de prévention des abus futurs, mais qui vient d'élaborer une politique générale et un programme d'action visant la conservation de notre environnement.

Le principal défi que nous avons actuellement à relever est celui d'harmoniser les orientations, les politiques et les activités de différents secteurs de notre société qui ont été habitués à fonctionner en parallèle, sinon en opposition dans le passé. Sans un effort concerté de tous les intervenants, axé principalement sur les mesures de prévention, on ne pourra résoudre les problèmes environnementaux et espérer améliorer la santé de la population.

BIBLIOGRAPHIE

BATES, D.V., R. SITZO, 1983. "Relationships between air pollutant level and hospital admissions in Southern Ontario", dans Canadian Journal of Public Health, no 74, pp. 117 - 122.

BONNIER, J.-G., 1986. Dépotoirs de déchets toxiques: Le cas de la ville de LaSalle, Présentation colloque-formation en santé environnementale, nov. 1986.

DAVELUY, A., P. LAJOIE, 1982. Les pluies acides et la santé humaine, Ministère de la Santé et des Services sociaux, 30 pages.

FORTIN, C., 1986. Rapport du groupe provincial sur le tabagisme, Document de travail.

GARANT, L., 1983. Habitudes de vie et santé: revue de la recherche, Rapport préliminaire, Ministère des Affaires sociales, Direction de l'évaluation des programmes.

GORTMATER, S.I., D.K. WALKER, F.H. JACOBS, H. RUCH-ROSS, 1982. "Parental smoking and the risk of childhood asthma", dans American Journal of Public Health, no 72, pp. 574 - 579.

GOSSELIN, P. et AL. 1986. Santé environnementale au Québec. Bases théoriques et pratiques, Les publications du Québec.

GUERRIER, PHILIPPE, 1988. Présence de plomb dans l'eau potable de premier jet au point d'utilisation: Le cas du HLM Zéphirin Beaulé (territoire du Département de santé communautaire de l'Hopital du Saint-Sacrement, Québec), Document de travail.

LEVY, D., M. GENT, M.T. NEWHOUSE, 1977. " Relationship between acute respiratory illness and air pollution levels in an industrial city", dans American Review of Respiratory Disease, no 16, pp. 167 - 173.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÈCHE. Les abats de cervidés, alerte au cadmium, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune.

MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE, 1986. Présence de cadmium dans le foie et les reins d'orignaux et de cerfs de Virginie au Québec, Direction générale de la faune, Québec.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX, MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, CENTRE DE TOXICOLOGIE DU QUÉBEC. Contaminants majeurs et pêche sportive, Guide de consommation du poisson.

NANTEL, Albert J., 1987. La santé et l'environnement, Document préparé pour le bilan de l'état de l'environnement, 19 pp.

SPÉCIAL

LES GROUPES ENVIRONNE-MENTAUX

TABLE DES MATIÈRES

1. Les catégories de groupes 421

2. Les moyens d'action 422

3. La composition des groupes 422

4. Les clientèles touchées 422

BIBLIOGRAPHIE 423

LISTE DES TABLEAUX

G.1 Répartition des groupes par région et par catégorie en 1988

G.2 Niveau de confiance envers différents organismes en matière de protection de l'environnement

LISTE DES FIGURES

G.1 Clientèles rejointes par les groupes

1. LES CATÉGORIES DE GROUPES

De nombreux organismes non gouvernementaux ont permis, par leur action inlassable, de faire progresser la notion de respect de l'environnement. Par une présence active dans leur milieu, ils ont incité les Québécoises et les Québécois à l'action.

On distingue plusieurs catégories de groupes engagés dans l'action environnementale:

. **Les groupes d'éducation relative à l'environnement,** qui prônent prioritairement une sensibilisation de la population en environnement. Tous les objectifs reliés à la vulgarisation, à l'initiation à l'environnement et à la diffusion d'information ont été considérés comme éducatifs.

. **Les groupes de protection,** dont le principal objectif est la protection d'un milieu particulier (site culturel ou historique, espaces verts, lacs, rivières) contre toutes formes d'atteintes à la qualité de l'environnement. Cette catégorie inclut les groupes dont les actions sont axées sur la lutte, la revendication, la restauration et l'aménagement de l'environnement.

Les groupes de conservation, dont les principaux objectifs sont de maintenir les processus écologiques essentiels entretenant la vie, de préserver la diversité génétique en vue de l'amélioration des espèces animales et végétales et de veiller à l'utilisation durable des espèces et des écosystèmes. Cette catégorie inclut tous les groupes s'occupant de la conservation (sols, espèces menacées, etc.), de la préservation et de la sauvegarde de l'environnement.

. **Les groupes de recherche,** qui visent d'abord une utilisation harmonieuse des ressources environnementales. Ces organismes développent une expertise technique ou une expérimentation sur un dossier précis relatif à l'environnement (énergie, agriculture, foresterie, assainissement de l'eau...).

. **Les groupes de récupération et de recyclage,** qui récupèrent pour des fins de recyclage le papier, le verre, le plastique et d'autres matériaux afin de conserver les ressources, de diminuer la consommation d'énergie et de réduire les déchets dans l'environnement.

. **Les sociétés de loisirs scientifiques,** vouées aux loisirs scientifiques ayant trait à l'environnement (ornithologie, mycologie, etc.).

. **Les organismes para-environnementaux,** qui ont des objectifs indirectement reliés à l'environnement ou qui incluent dans certaines de leurs activités la problématique de l'environnement.

Tableau G1
Répartition des groupes par région et par catégorie en 1978

Groupes	Régions											
	01	02	03	04	05	06 M-L	06 L-L	06-M	07	08	09	Total
Éducation	15	14	35	8	19	43	8	17	3	5	4	170
Protection	20	23	29	9	23	33	11	15	5	5	8	180
Conservation	2	0	3	1	5	6	0	1	0	0	1	19
Recherche	4	2	9	2	4	16	0	3	2	2	5	49
Récupération et recyclage	4	4	10	6	5	8	4	9	1	1	0	52
Loisirs scientifiques	5	7	11	13	8	13	3	2	2	3	5	72
Para-environnementaux	27	22	25	6	15	51	7	5	2	13	3	176
Total	67	72	122	45	79	170	33	52	15	29	26	720

01: Bas-St-Laurent - Gaspésie - Îles-de-la-Madeleine
02: Saguenay - Lac-Saint-Jean
03: Québec
04: Mauricie - Bois-Francs
05: Estrie
06 M-L: Montréal - Lanaudière
06 L-L: Laval - Laurentides
06 M: Montérégie
07: Outaouais
08: Abitibi-Témiscamingue et Nord québécois
09: Côte-Nord

Il existe également des structures d'accueil, qui offrent des services d'éducation et des activités d'animation en matière d'environnement.

Dans le Répertoire environnemental 1987, 161 groupes, soit 18,7 p.100 des organismes répertoriés, affirment avoir une préoccupation éducative dans le domaine de l'environnement. Comme on peut le constater à la lecture du rapport de recherche "Les groupes environnementaux du Québec" (1986), l'action éducative de ces organismes vise surtout la sensibilisation et l'information de la population sur les problématiques environnementales. De plus certains groupes structurés interviennent au niveau de la représentation (participation à des audiences publiques, à des commissions parlementaires), de la recherche et de la gestion de projets.

2. LES MOYENS D'ACTION

Les groupes environnementaux produisent de l'information éducative sous forme de documents écrits et audio-visuels. Les documents écrits sont surtout des journaux mensuels, des revues et des documents de vulgarisation. On retrouve parfois des dépliants, des livres à colorier, des bandes dessinées et des bulletins d'information. Du côté de l'audio-visuel, le montage de kiosques d'information et la production de diaporamas constituent les principales activités. On retrouve aussi des affiches, des vidéos et des logiciels. Quant à la présence des groupes dans les médias de masse, elle prend la forme d'articles de journaux, d'entrevues à la radio et de conférences de presse, d'émissions radiophoniques et de messages publicitaires.

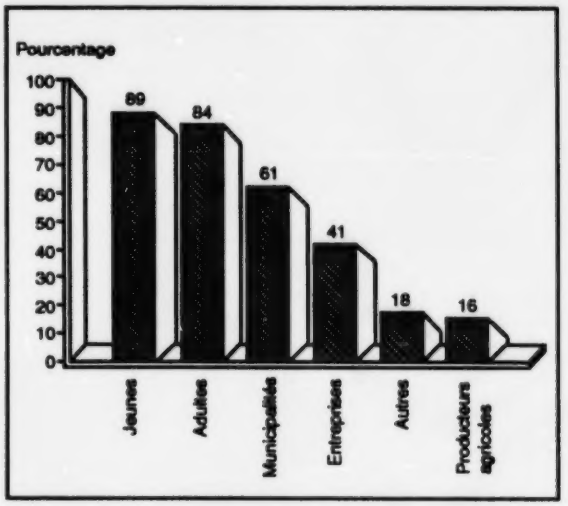
Dans plusieurs cas, les groupes ont recours à des dépliants, des diaporamas et des films disponibles dans différents ministères. En général, les groupes proposent peu d'activités de formation. On retrouve toutefois certains programmes d'interprétation, des conférences, des cours et des soirées d'information. Finalement, les groupes ont parfois recours à d'autres moyens comme les sondages et les enquêtes, les concours, le rallye cycliste et la visite d'usine.

3. LA COMPOSITION DES GROUPES

Près de la moitié des groupes environnementaux ont moins de 200 membres avec carte. Environ le tiers des organismes ont entre 200 et 1000 membres et près de 15 p. 100 ont plus de 1000 membres cotisants avec carte.

FIGURE G.1

CLIENTÈLES REJOINTES PAR LES GROUPES



Source: Harnois, Marcel., 1986.

Une comparaison avec les statistiques françaises indique que, malgré un contexte sociologique, politique et économique différent, les pourcentages d'adhérents déclarés des organismes de France et du Québec sont sensiblement les mêmes.

4. LES CLIENTÈLES TOUCHÉES

Lors d'interventions éducatives, l'ensemble de la population est visée par une majorité de groupes. De plus, deux tiers des groupes affirment intervenir, sur le plan éducatif, auprès des municipalités (Figure G.1).

Il faut aussi mentionner les interventions plus larges de quelques organismes bien structurés. Ces groupes parviennent à sensibiliser la population régionalement et même à l'échelle du Québec en entier au sujet de problématiques environnementales qui touchent un grand nombre de Québécois, par exemple les précipitations acides et la ligne de transport d'énergie électrique Radisson-Nicolet-des-Cantons.

BIBLIOGRAPHIE

HARNOIS, Marcel, janvier 1986. Les groupes environnementaux du Québec, pour l'Université du Québec à Montréal, thèse de maîtrise en sciences de l'environnement, 127 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, octobre 1985. Étude sur l'environnement, opinions, perceptions et attentes des Québécois, Direction des Communications et de l'éducation, p. 317.

CONCLUSION

La préparation d'un état de l'environnement peut s'inspirer, pour ce qui a trait à la recherche des informations, de deux approches différentes. L'une consiste à déterminer, au départ, les catégories de données les plus aptes à traduire l'état de santé de notre environnement et à mettre en place les campagnes de mesures nécessaires à la comptabilisation de ces informations; l'autre puise, à même les données des réseaux de connaissance existants, les éléments les plus susceptibles de refléter l'état actuel de l'environnement.

Ce premier bilan de l'environnement relève évidemment de cette dernière approche, avec les biais et les lacunes que comporte l'utilisation de données recueillies pour des fins diverses et parfois assez éloignées des préoccupations d'un bilan. L'image qui s'en dégage apparaît donc davantage comme une esquisse qu'un véritable portrait de l'état de l'environnement. Il n'en demeure pas moins, cependant, que ce premier travail est riche de renseignements, bien sûr, mais aussi d'enseignements.

L'abondance de données sur l'environnement cache des lacunes importantes dans des domaines aussi fondamentaux que l'écologie, la connaissance du territoire et l'écotoxicologie. Même l'inventaire de groupes complets chez les invertébrés et les plantes invasculaires, en particulier, reste encore à réaliser au Québec.

Un autre enseignement que nous retirons de la préparation de ce document, c'est qu'une abondance de données ne signifie pas nécessairement une abondance d'informations. Ces données sont en effet éparpillées selon les juridictions ou les intérêts de chacun, analysées en fonction d'un objectif précis, puis classées sous forme de rapports à tirage limité quand elles ne sont pas dans des filières ou des ordinateurs. Ce sont des données "uniservices". Les bilans ou les états de l'environnement sont une façon de valoriser ces données et de faire circuler l'information. Ils ont en ce sens un rôle important à jouer dans le recyclage de l'information scientifique.

L'absence relative d'indicateurs environnementaux, et plus particulièrement d'indicateurs biologiques et d'indicateurs écosystémiques, est aussi une des faiblesses de ce premier bilan. Au cours des prochaines années, le Ministère consentira des efforts soutenus pour développer et mesurer ces types d'indicateurs qui sont les plus susceptibles d'exprimer adéquatement l'état des stress imposés à l'environnement. Déjà, il s'est engagé dans l'identification des indicateurs les plus appropriés et il commence à apporter les modifications requises à ses réseaux de collecte de données.

Développés à l'origine pour des fins de connaissance, voire même d'inventaire, les réseaux s'attacheront davantage désormais à mesurer les pressions des activités humaines sur les milieux récepteurs (ex.: caractérisation plus systématique des effluents industriels et quantification relative des sources de pollution pour avoir une image plus précise de la charge polluante totale déversée dans l'environnement) et à évaluer les effets de nos interventions sur l'environnement (ex.: mesure de l'amélioration de la qualité de nos cours d'eau à la suite de l'établissement de programmes d'assainissement urbain et agricole). C'est ainsi qu'a déjà été entreprise la rationalisation des paramètres mesurés pour l'eau et l'air et que des changements sont apportés dans la localisation des stations de mesure.

Les autres ministères collaboreront aussi de manière importante à l'élaboration des indicateurs environnementaux. Par exemple, pour enregistrer les progrès dans l'exploitation durable des ressources,il faudra mesurer ou évaluer la diminution de l'érosion hydrique des sols dans le secteur agricole et l'amélioration de la qualité des habitats pour la faune.

Dans le secteur forestier, il faudra vérifier si le taux de succès de la régénération naturelle ou artificielle est un bon indicateur de l'état de santé de la forêt. Dans un autre domaine, le pourcentage des investissements industriels consentis pour la mise en place de "technologies propres" est-il un bon indicateur du changement des mentalités et d'une amélioration réelle de l'environnement? Voilà autant d'exemples qui démontrent à la fois la grande variabilité des indicateurs qui peuvent être utilisés dans un bilan de l'environnement et la nécessaire collaboration de tous les intervenants.

Il faudra rechercher pour les prochains bilans une base géographique plus près de la réalité écologique que ne le sont les M.R.C. et les régions administratives. Une telle base (écosystèmes, types d'habitat, etc.) permettrait de mieux saisir le potentiel des différentes unités mais aussi leur fragilité et leur tolérance aux diverses agressions.

La préparation du prochain bilan est déjà amorcée et nous savons qu'il sera possible de compter sur des éléments nouveaux. Au nombre de ceux-ci, citons:

- l'adoption, par le ministère de l'Environnement, d'un nouveau mode de gestion de ses activités, la Gestion par résultats, qui repose essentiellement sur l'identification d'indicateurs de changement dans les degrés de pression sur l'environnement ou dans l'environnement lui-même;

- le rapprochement et la collaboration, déjà commencés dans de nombreux cas, entre le Ministère et ses partenaires;

- le vaste programme d'informatisation des données en voie d'élaboration au Ministère;

- la détermination d'un mode de gestion par écosystème à la fois pour améliorer les analyses environnementales et pour présenter des diagnostics plus appropriés dans les bilans;

- l'ajustement et le redéploiement, au besoin, des réseaux de connaissance et de suivi afin qu'ils répondent davantage aux besoins exprimés dans le cadre d'un bilan de l'environnement.

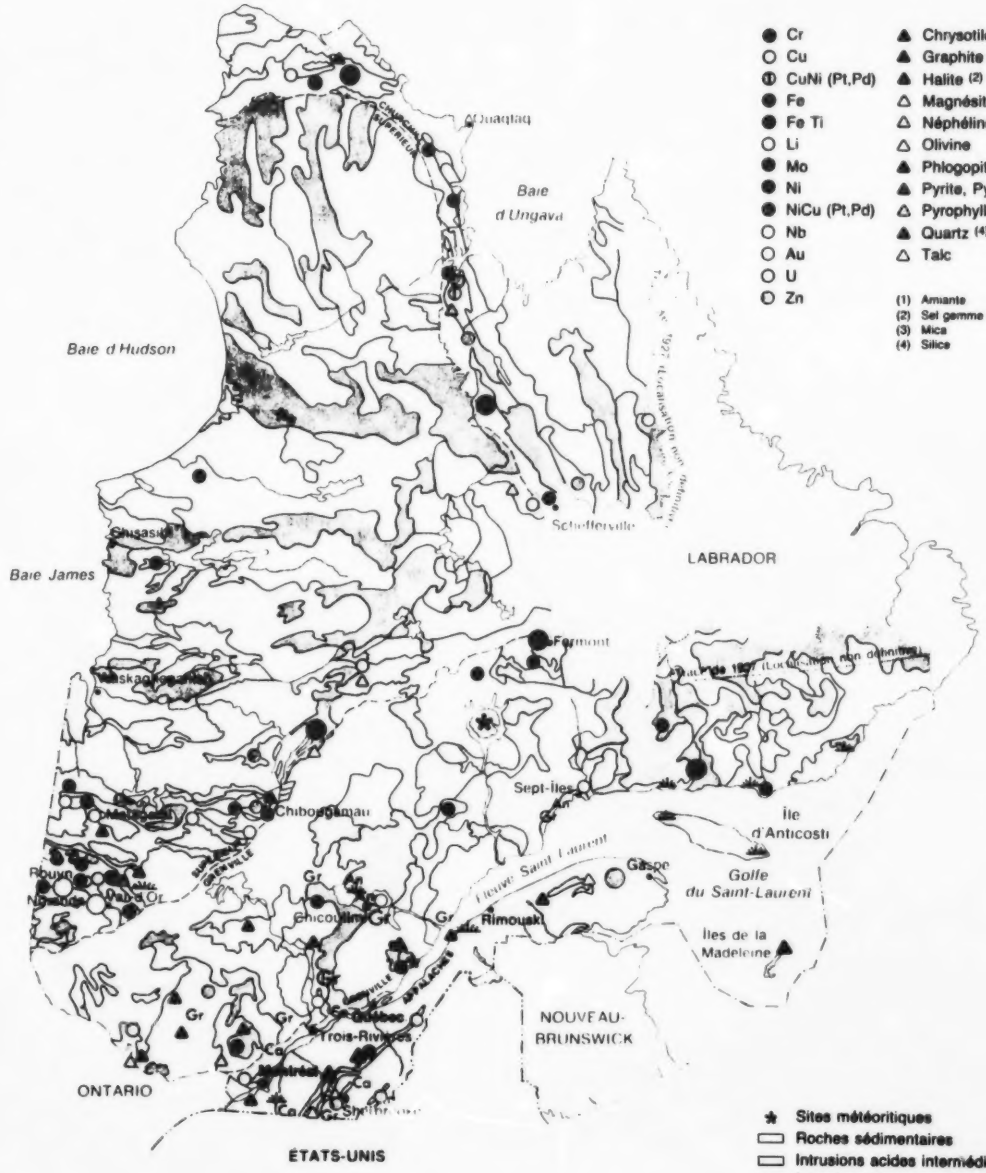
En terminant, le ministère de l'Environnement invite les lecteurs à présenter leurs commentaires sur le contenu de ce premier bilan. Il espère ainsi favoriser l'établissement de systèmes d'informations de plus en plus complets et de plus en plus adaptés à une gestion éclairée de notre environnement.

Ce premier bilan de l'environnement 1988 n'est pas le fil d'arrivée, mais bien un bloc de départ.

ANNEXE
(FIGURE 9.1)
CARTE MINÉRALE DU QUÉBEC

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction générale de l'Exploration géologique et minérale

CARTE MINÉRALE DU QUÉBEC, CANADA
MINERAL MAP OF QUÉBEC, CANADA



Représentation simplifiée de la carte originale à l'échelle de 1: 1 500 000

Centre de diffusion de la géoinformation
1620, boul. de l'Entente
Québec, Canada
G1S 4N6

Québec

Service de la promotion et de l'aide à l'exploration minière, édition 1987

Gouvernement du Québec
Ministère de
l'Environnement